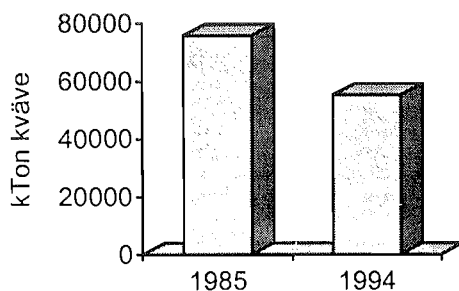


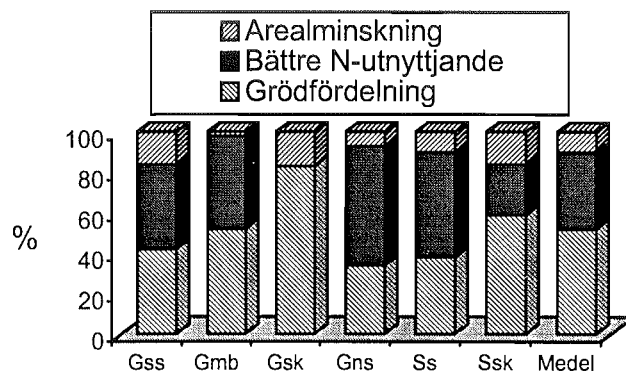
Holger Johnsson & Markus Hoffmann

Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994

Bruttobelastning



Orsak till belastningsminskningen



Förord

Det i denna rapport redovisade arbetet har utförts på uppdrag av naturvårdsverket under hösten 1995 och våren 1996 som en del i ett regeringsuppdrag med syfte att utreda hur långt Sverige nått för att reducera kvävebelastningen på våra omgivande hav och föreslå åtgärder för att ytterligare minska denna. Detta med anledning av det mål att halvera närsaltsbelastningen mellan 1985/87 och 1995 som Sverige åtagit sig genom internationella konventioner (HELCOM och OSPARCOM). En huvudstomme i arbetet, med regeringsuppdraget, har varit att utveckla ett utvärderingsverktyg för att kunna integrera de olika kväveutsläppskällorna som sker lokalt i olika delar av landet, och beräkna den nettobelastning av kväve som sker på våra omgivande hav. Med hjälp av detta verktyg skall också nettoeffekten av reducerande åtgärder kunna beräknas. Slutredovisning av hela uppdraget

kommer att ske i mitten av 1997. En delredovisning har gjorts i april 1996 (SNV: rapport 4561; SNV: Kväve från land till hav - arbetsmaterial). Kväveläckage från åkermark är en av de belastningskällor vars storlek behöver kvantifieras vid beräkning av den totala belastningen av kväve på havet. I denna rapport ges en detaljerad beskrivning av det system som vi utvecklat för att beräkna det svenska jordbrukets kväveläckage för olika delar av landet och resultatet av dessa beräkningar. Denna rapport är en korrigerad version av den preliminära redovisning (Teknisk rapport nr 27, avd. för vattenvårdslära, SLU) som distribuerades inför ett seminarium på Naturvårdsverket den 4/10 1996. Rapporten utgör en första version av underlagsrapporten till slutredovisningen av hela uppdraget (Naturvårdsverket, f.d. regeringsuppdrag 6C) som kommer att publiceras i samband med slutrapporteringen.

Innehållsförteckning	sid.
Förord	1
Innehållsförteckning	3
Sammanfattning	5
Introduktion	7
Metod	8
Modellen	8
Matrisen	9
Utlakningsregioner	9
Jordar	10
Grödor	10
Gödsling	10
Data och antaganden	10
Marken	10
Klimatdata - utgångspunkt för vattenbalansberäkningarna	11
Gödsling, N-fixering och deposition	12
Kväveskörd, växtens totala produktion och kväveupptag	17
Medelutlaknings- och bruttobelastningsberäkningar	18
Medelutlakningsberäkningar	18
Bruttobelastningsberäkningar	20
Resultat och diskussion	22
Avrinning	22
Utlakningskoefficienter	22
Enbart handelsgödsling	22
Stallgödsling kompletterad med handelsgödsel	24
Medelutlakning och bruttobelastning	26
<i>Förändrad grödsammansättning</i>	27
<i>Bättre kväveutnyttjande</i>	28
<i>Nedläggning av åkermark</i>	28
Referenser	30
Abstract	31
Appendix 1 (tabeller)	
Appendix 2 (parametersättningar)	
Appendix 3 (SOIL/SOILN dokumentation)	

Sammanfattning

Som en del av ett uppdrag att utreda hur långt Sverige nått med att halvera kvävetillförseln till omgivande hav har beräkningar gjorts av kväveutlakningen från Sveriges åkermark 1985 och 1994. Beräkningen, som utförts med hjälp av en matematisk modell, omfattar åkerareal i tillrinningsområdet till Östersjön och Västerhavet, dvs ungefärligen upp till Dalälven. Området har delats upp i nio stycken s.k. utlakningsregioner, vilka karakteriseras av olika klimat, produktionsinriktning, gödslings- och produktionsnivåer. För varje region har s k normalutlakningar beräknats för ett antal typsituationer bestående av en kombination av nio olika grödor, tre olika jordarter och två olika gödslingsregimer. Normalutlakningarna representerar utlakningen för ett år med normalklimat och motsvarande normala skörd (s k normskörd) och har utförts med hjälp av längre tidsperioder av väderdata i kombination med statistik om bl a normskördar och gödsling. Det som kvantifierats i beräkningarna är rotzonsutlakning av kväve, dvs det kväve som passerat rotzonen och ej längre är tillgängligt för växterna eller påverkbart med olika odlingsåtgärder. Rotzonsutlakningen kan betraktas som åkermarkens bruttobelastning före retentionsprocesser i grundvatten och vattendrag. De framräknade normalutlakningarna har använts för att ta fram medelutlakning och bruttobelastning av kväve från de olika utlakningsregionerna. Som underlag för detta har statistik om grödarealer och andel handels- och stallgödslad areal använts. Med hjälp av

GIS har en uppskattning av uppdelningen av jordarter i de olika områdena gjorts.

För hela området beräknades medelutlakningen av kväve minska från ca 30 kg N/ha 1985 till ca 22 kg N/ha 1994 vilket motsvarar ca 25%. Skillnaden i medelutlakning mellan de olika regionerna var stor och varierade mellan 14 och 48 kg/ha för 1994. Lägsta utlakningen fanns i skogsbygderna och i regionerna med lägsta avrinningen. Bruttobelastningen av kväve för hela området minskade med ca 29% från 77 000 ton 1985 till ca 55 000 ton 1994. Det finns tre anledningar till att bruttobelastningen av kväve minskat mellan 1985 och 1994: i) åkerarealen odlas med annan sammansättning av grödor företrädesvis mer vall och mindre spannmålsodling, ii) utlakningen för de enskilda grödorna (utlakningskoefficienterna) har minskat till följd av bättre kväveutnyttjande, iii) arealen åker i landet har minskat. Största anledningen till den minskade arealen spannmål och ökade arealen vall står att finna i "Omställning-90" som syftade just till att minska spannmålsodlingen. Ökat kväveutnyttjande har uppnåtts genom att normskördarna stadigt ökat samtidigt som kvävegödslingen inte ökat i samma takt. Dvs, mer kväve än tidigare tas ut som skörd i förhållande till tillfört kväve med gödsling. Ca hälften av bruttobelastningsminskningen beror på förändrad grödareal, ca 40 % på bättre kväveutnyttjande och 10 % på minskad åkerareal i landet.

Normalutlakning av kväve från svensk åkermark 1985 och 1994.

Holger Johnsson & Markus Hoffmann, Avd. för vattenvårdslära, SLU

Introduktion

Utlakning av kväve från åkermark är en naturlig process som sker från all mark men i mycket varierande omfattning beroende av t.ex. klimat, jordtyp, gödsling och vad som odlas. Den varierar också kraftigt från år till år beroende på varierande väder och årsmån. Utlakningen är ett s k diffust utsläpp (i motsats till punktutsläpp från t e x avlopp) och därmed mycket svår att mäta och övervaka. I detta sammanhang definierar vi kväveutlakningen som det kväve som transporteras ned förbi markens rotzon, ungefär vid 1 meters djup. När kvävet passerat förbi rotzonen kan det inte längre tas upp av växtligheten och är därmed ej längre påverkbart av olika odlingsåtgärder inom jordbruket, dvs kvävet har lämnat jordbrukssystemet. Kvävet transporteras därefter antingen ner till djupare grundvatten, som förr eller senare når ett vattendrag, eller till ett dräneringssystem för vidare transport ut i diken och till större vattendrag. Under denna transport sker retentionsprocesser som reducerar mängden kväve som når vattendraget. Omfattningen av denna retention är beroende av de lokala förhållandena och varierar kraftigt. Alla värden på utlakning presenterade i denna rapport representerar rotzonsutlakning från åkermark. Denna utlakning kan betraktas som åkermarkens bruttoutlakning eller bruttobelastning.

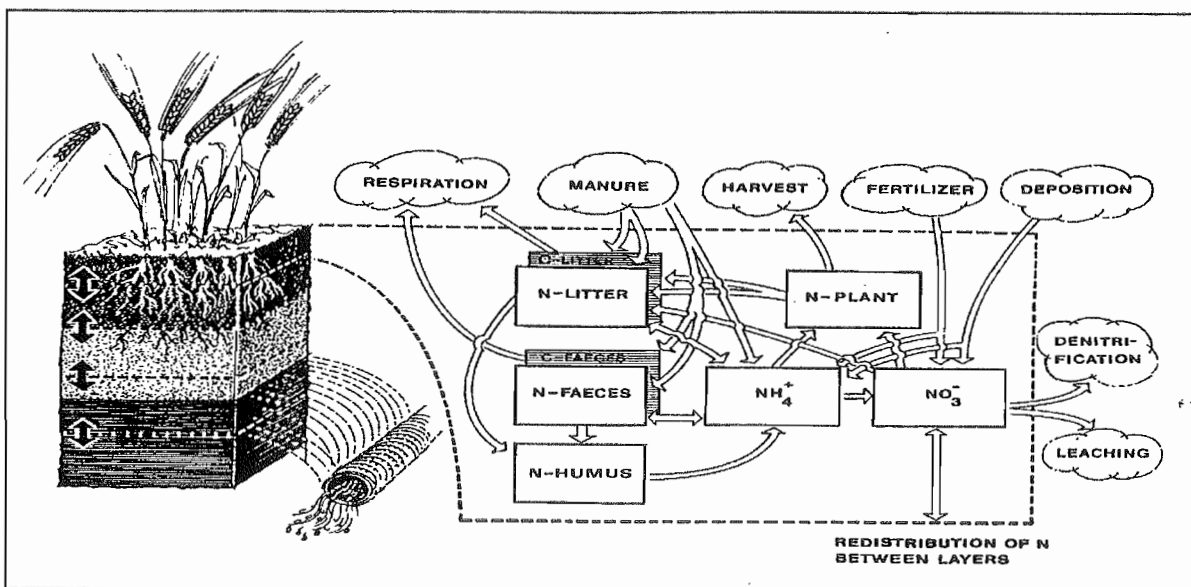
För att bestämma hur stor åkermarkens utlakning är utförs mätningar i forskningsprojekt och miljöövervakningsprogram. Dessa är dock komplicerade och kostnadskrävande och kan därför inte utföras på alla typer av marker, för olika grödor och odlingsåtgärder, olika klimat etc. Antalet kombinationer är oändligt många för att representera all åkermark i Sverige! Det krävs således en generaliserad beskrivning av utlakningen om den samlade utlakningen från all åkermark i ett större område, eller som i detta fall för hela Sverige, ska beräknas. I detta arbete har vi valt att använda en matematisk modell, SOIL/SOILN. Modellen kan beräkna tidsserier av rotzonsutlakningen av kväve för olika typer av jordar, klimat, grödor, gödsel, etc. Modellen, som utvecklats vid SLU i mitten på åttiotalet, har tillämpats på ett flertal olika utlakningsförsök med olika förhållanden. Vid

dessa tester har modellen visat sig kunna beskriva utlakningen av kväve från åkermark med god precision. Tillförlitligheten i dessa tillämpningar, de kalibreringar som utförts och de parametervärden som bestämts utgör grunden för att kunna använda modellen för generella utlakningsberäkningar av den typ som gjorts i detta arbete.

Som tidigare nämnts varierar kväveutlakningen kraftigt från år till år, huvudsakligen beroende på stor variation i avrinningen. Åtgärderna för att reducera kväveutlakningen riktar sig dock mot den påverkbara faktorn för utlakning: att reducera mängden utlakningsbart mineralkväve i marken. Att bestämma utlakningen för enskilda år och jämföra dessa för att utröna resultatet av förändrade odlingsåtgärders effekt på utlakningen kan därför bli starkt missvisande. En normaliserad väderleks- och avrinningssituation är därför en bättre bas för en sådan bedömning. I detta arbete har vi därför valt att beräkna utlakningen utifrån en längre tidsperiod av väderdata som representerar ett normalklimat och utifrån detta beräkna årsmedelutlakningen eller, som vi har valt att kalla det, normalutlakning (i analogi med de av SCB för vart år beräknade normskördarna).

Med hjälp av modellen har vi beräknat normalutlakning för ett antal olika typ-situationer, dvs kombinationer av olika grödor, jordar, klimat och gödslingsstrategier. Samma normalklimat har använts för både 1985 och 1994. Beräknade värden för 1985 och 1994 representerar således utlakningen dessa år om dessa år hade varit normalår vad beträffar vädret. Vädreffekten är således "bortfiltrerad" vid jämförelsen mellan årtalen.

Vad gäller skördenivåer och gödsling har också normalår antagits. Till skillnad från klimatet så ändras dessa normvärden från år till år beroende på förändringar i odlingen (brukningsmetoder, nya sorter, nya gödslingsstrategier etc). För skördenivåer har de s k normskördarna (SCB) använts för 1985 och 1994. För gödslingen har statistik om gödselmedelsanvändningen (SCB) för respektive år använts. Vi har antagit att gödslingsdosering alltid sker för ett normalår eller åtminstone att



Figur 1. SOILN modellens struktur. Delar innanför den streckade linjen representerar det översta skiktet av markprofilen. Underliggande markskikt har samma struktur som översta skiktet men saknar direkt tillförsel genom gödsling och deposition (Johnsson m fl., 1987).

gödslingen inte anpassas efter det väder som komma skall följande odlingssäsong. Skillnaden i utlakningen mellan 1985 och 1994 för respektive typsituation (koefficient) antas alltså beskriva skillnaden i odlingen mellan dessa tidpunkter.

Genom att kombinera normalutlakningen för de olika typsituationerna med geografisk och statistisk information om jordart och markanvändning kan bruttobelastningen av kväve från jordbruksmarken från ett område, t ex ett av-

rinningsområde, en region eller hela landet, beräknas. I detta arbete har vi beräknat bruttobelastningen för ett antal regioner i Götaland och Svealand och för hela detta område (tillrinningsregionerna till Östersjön och Västerhavet). Tillvägagångssättet som beskrivits ovan har delvis utvecklats i ett Nordiskt projekt (Nordiska ministerrådet: "Regionalisation of erosion and nitrogen losses from agricultural land in Nordic countries", Rekolainen & Leek, 1996)

Metod

Modellen

Under mitten av 80-talet utvecklades en simuleringsmodell (SOILN; Johnsson m.fl., 1987) vid SLU som beskriver kvävet dynamik och förluster i åkermark (fig. 1). Syftet med detta arbete var att öka förståelsen för hur de samtidiga fysikaliska och biologiska processerna i mark-växtsystemet påverkar förlusterna av kväve vid varierande väder, jordtyper, odlingssystem och odlingsåtgärder.

Modellen kopplades till en tidigare utvecklad vatten- och värme modell (SOIL; Jansson & Halldin, 1980). För att göra modellen tillämpbar för olika lokaler förenklades dess struktur och behov av indata till en nivå som skulle motsvara vad som normalt finns tillgängligt i fältförsök. Modellen beskriver kväveprocesserna i en markprofil och beräknar utlakning av

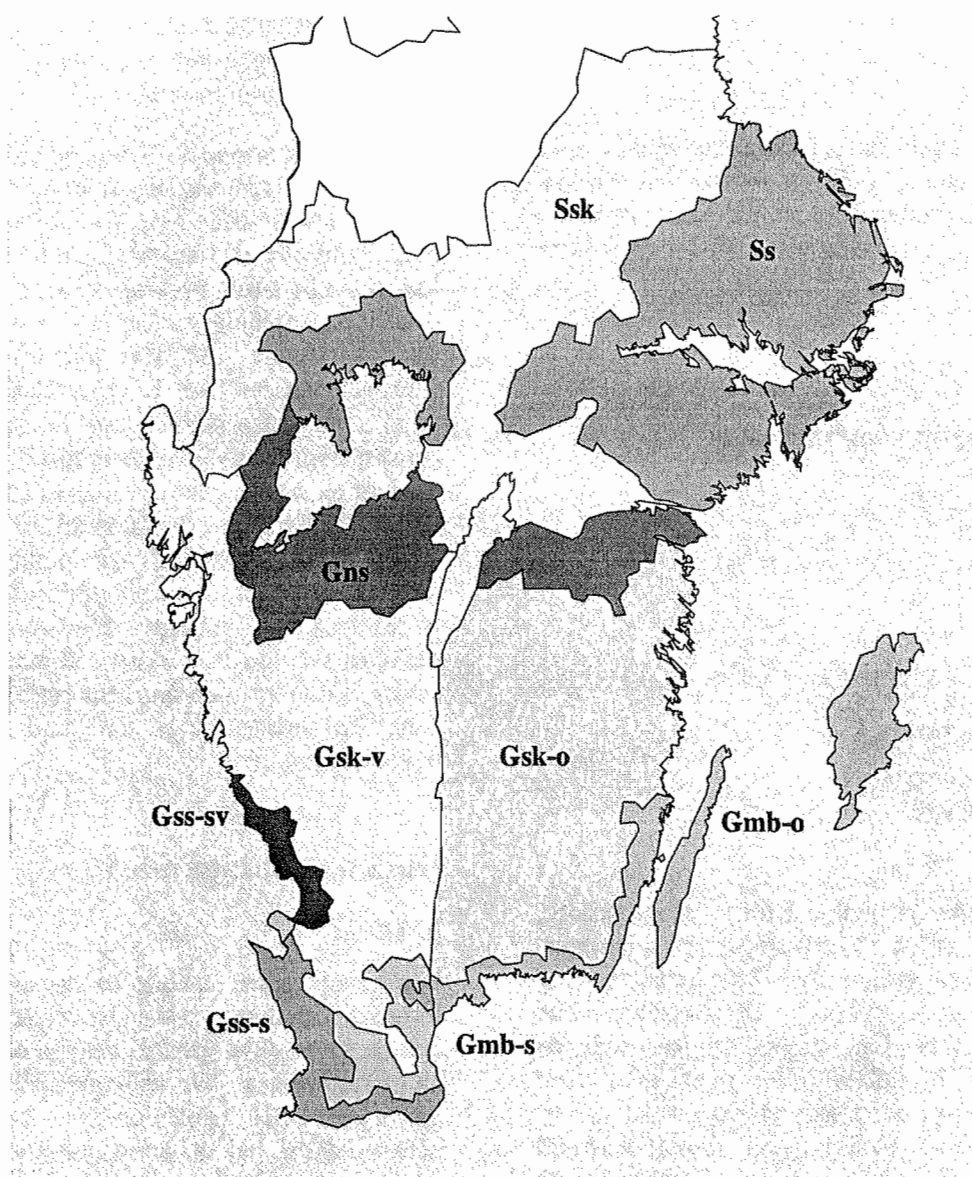
kväve från rotzonen till dräneringsrör eller grundvatten. Modellen, vars typiska representativitet motsvarar ett någorlunda homogent jordbruksfält, är således speciellt lämplig för att undersöka betydelsen av olika odlingsåtgärder, klimats och jordtypers inverkan på rotzonsutlakning (dvs det som försvinner från det markväxt system som är påverkbart med olika odlingsåtgärder). Modellen har testats på ett flertal olika fältförsök (appendix 3). Den har också använts för att skatta utlakningen från fält där endast begränsad mängd indata finns och för simulering av olika tänkbara odlingsåtgärder för att begränsa utlakningen av kväve från åkermark. Testerna har visat att modellen kan beskriva mineralkvävet variation i marken och kväveutlakningen för några olika jordar, od-

lingssystem och klimat i Sverige. Detta visar att modellen har en viss generalitet. Genom att testa modellen på olika datamaterial ökar vi vår kunskap om dess generalitet och vår kunskap att parameterisera den. Vi får också kunskap om modellens känsliga delar och hur vi kan förbättra den. Arbetet med att testa modellen pågår således kontinuerligt. Detta ger sedan möjligheter att med ökad precision tillämpa modellen på lokaler där endast en mycket begränsad mängd indata finns tillgängligt. Modellen har också använts för detta ändamål och för simulering av olika tänkbara odlingsåtgärder för att begränsa utlakningen av kväve från åkermark.

Matrisen

Utlakningsregioner

Sveriges åkermark söder om Dalälven har delats upp i nio utlakningsregioner (fig.2). Till grund för denna indelning har varit fem st klimatregioner (skillnader i avrinning och medeltemperatur) och sex st produktionsområden (tab.1). Vid beräkning av vattenbalanserna har nederbörden korrigerats så att den simulerade rotzonsdräneringen (medel för de olika jordarna och grödorna inom respektive region) ungefärligt överensstämmer med målavrinningen för respektive klimatregion.



Figur 2. De nio utlakningsregionerna

Tabell 1. Valda utlagningsregioner, prod. områden, klimatstationer och eftersträvad avrinning i mm.

Utlagningsregion	Produktionsområde	Klimat (klimat station)	Ungefärlig avrinning, målvärde	Ungefärlig med.temp. ° C
1. Gss syd (Gss s)	Götalands s. slättbygder (Gss)	syd (Lund)	300	8
2. Gss väst (Gss v)	Götalands s. slättbygder (Gss)	sydväst (Ljungbyhed)	400	7-8
3. Gmb syd (Gmb s)	Götalands mellanbygder (Gmb)	syd (Lund)	300	6-7
4. Gmb ost (Gmb o)	Götalands mellanbygder (Gmb)	sydost (Målilla)	200	6-7
5. Gns	Götalands n. slättbygder (Gns)	N. göt/Svea mitt (Arvika)	300	5-6
6. Ss	Svealands slättbygder (Ss)	Ö. Svealand (Uppsala)	200	5-6
7. Gsk väst (Gsk v)	Götalands skogsbygder (Gsk)	sydväst (Ljungbyhed)	400	7-9
8. Gsk ost (Gsk o)	Götalands skogsbygder (Gsk)	sydost (Målilla)	200	6-7
9. Ssk	Svealands skogsbygder (Ssk)	N. göt/Svea mitt (Arvika)	300	5-6

Jordar

3 st typjordar beräknades:

- lerig sand
- lättlera
- styv lera

De markfysikaliska egenskaperna valdes typiska för var och en av dessa jordar. Samma fysikaliska egenskaper antagna för hela markprofilen (dvs både matjord och alv) för respektive jordart.

Grödor

10 st grödklasser har beräknats:

- korn & havre
- vårvete
- höstvet
- råg
- sockerbetor
- potatis
- vall
- höstraps (& rybs)
- vårraps (& rybs)
- extensiv vall

Monokulturer har antagits för samtliga grödor, dvs samma gröda 10 år (i följd) i simuleringarna. För vissa grödor har förfruktskorrigering gjorts för att kompensera att växtföljder inte har simulerats. Om någon av ovanstående grödklasser ej odlats (eller dess areal varit mycket liten) i en utlagningsregion har beräkning ej utförts. Extensiv vall (även benämnd vänteläge tidigare) gödglas och skördas ej, varför samma värden gäller för både 1985 och 1994.

Gödsling

2 st gödslingsregimer har beräknats:

- enbart handelsgödsling
- stallgödsling med kompensationsgiva av handelsgödsel.

I gödselmedelsundersökningarna finns fyra gödselklasser redovisade: handelsgödsel, stallgödsel, stallgödsel med kompletterande handelsgödselgiva och ogödsel. De tre sistnämnda har i våra beräkningar slagits ihop till en klass, dvs viktade medelgivor har räknats ut. All areal för ovanstående grödklasser täcks således med våra två klasser. Att ta med även ogödsel areal i vår klass två (stallgödsling med kompensationsgiva av handelsgödsel) motiveras med att en stor del av denna areal får gödsel då och då (stallgödsel i första hand) men inte varje år. Ett annat motiv för denna "omklassning" är användningen av typ-situationsvärdena vid belastningsberäkningarna. Eftersom vi endast beräknar två gödslingsklasser så måste all areal kunna räknas till den ena eller andra klassen. I annat fall missar vi en del areal vid belastningsberäkningen.

Data och antaganden

Marken

Beräkningar har utförts för tre olika jordar; lerig sand, lättlera och styv lera (tab. 2). För var och en av de olika grödorna på de olika jordarna i regionerna har vattenbalansberäkningar gjorts med SOIL modellen. För att kunna göra beräkningarna har ett antal antaganden gjorts. Beräkningarna har gjorts med sk fri dränering av åkermarken vid 2 m djup. Vad som räknats fram är dränering av allt vatten som lämnar rotzonen och utgör summan av det vatten som flödar ner till djupare grundvatten eller till

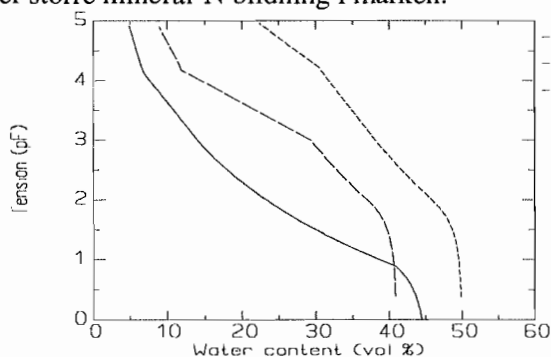
eventuella dräneringsrör. Samma fysikaliska egenskaper för hela markprofilen (dvs både matjord och alv) för respektive jordart har använts (fig. 3).

Data om organiskt material (mullhalten) och halten av N i svenska jordar är begränsad. En nyligen utförd sammanställning av mullhalten i ett större antal försöksjordar i Sverige visar på en medelmullhalt på ca 4,5% (Mattsson, 1995). I brist på regionala data har vi därför antagit en mullhalt på 4,5% för samtliga jordar och regioner. Dessutom har markens mullhalt antagits vara densamma för 1985 och 1994. Genom att anta att mullens kolhalt är 58%, markens densitet 1,45, matjordsdjupet 25 cm och mullens C-N kvot 12 har innehållet av organiskt kväve i matjorden beräknats till 788 g organiskt N/m² (=7880 kg org-N/ha). Innehållet av humuskväve i alven har skattats till 50 g N/m².

Tabell 2. Kornstorlekssammansättning för de tre använda jordarna.

jord	l Sa	LL	SL
sand, 0,2-0,02 mm	78	43	6
silt, 0,02-0,002 mm	16	38	46
ler < 0,002 mm	6	19	45

N-mineraliseringspotentialen för markens humusförråd har satts till ett medelvärde av tidigare tester med modellen, dvs N-mineraliseringspotentialen har varit lika stor för alla jordar och regioner. Mineraliserings-hastigheten av humus-N har således styrts endast av klimatet (högre mineralisering vid högre temperatur och optimal fuktighet). Nedbrytningspotentialen för döda växtdelar (förna) har satts lika för alla regioner och jordar. Endast klimatet har styrt hastigheten. Observera att en högre primärproduktion ger större förna produktion som ger en större nedbrytning och därmed en större N-mineralisering från förna-poolen. Alltså: högre produktion (intensitet) ger större mineral-N bildning i marken.



Figur 3. pF kurvor för de tre använda jordarna. Från vänster till höger är de; lerig sand, lättlera och styv lera.

Tabell 3. Initialtillstånd på kväveinnehåll i markens humuspool.

	g N/m ²
korn	760
vårvete	760
höstvet	830
råg	760
betor	680
potatis	760
vall	760
våraps	680
höstraps	680

Olika grödor är olika sannolika förfrukter till varandra. T e x följs en gröda som är en god förfrukt ur kvävesynpunkt sällan av en annan gröda som också har ett högt förfruktsvärde. Ofta vill man odla en gröda som drar nytta av den goda förfrukten som t e x att odla höstvet efter höstraps. Detta innebär att höstvet kan dra nytta av en relativ hög kväve mineralisering efter rapsen. Eftersom beräkningarna gjorts för en monokultur, dvs samma gröda 10 år i rad skulle det för vissa grödor som t.ex. potatis, oljevaxter och betor kunna leda till en överskattning av utlakningen och för t e x höstvet en underskattning av densamma. Därför har ett försök till indirekt korrigering av denna förfruktseffekt gjorts genom att sänka mineraliseringen av organiskt material. Detta har utförts i form av en sänkning av humus mineraliseringen något där en överskattning av utlakningen misstänks, t e x för raps, och motsvarande en höjning där en underskattning kan förväntas. Humus mineraliseringen har ändrats genom att öka eller minska initialvärdet på humuspoolen (tab. 3). För vårstråsäd och växande vall blir förfruktseffekten inte så stor och någon nämnvärd påverkan på utlakningen torde det inte vara.

Klimatdata

Som drivdata till SOIL modellen, med vilken vattenbalansberäkningarna gjorts, har dagliga värden på nederbörd, lufttemperatur, vindhastighet, humiditet och solinstrålning alt. molnighet använts från 5 olika platser (SMHI klimatstationer) i landet (tab. 1). Valet av dessa stationer har skett i samråd med SMHI (Laurin, 1995). För beräkningarna har data från tio års perioden 19850101 till 19941231 använts. Tio år har ansetts vara en tillräckligt lång tidsperiod

Tabell 4. Avrinning och nederbörd i de nio utlakningsregionerna.

Utlakningsregion	Ungefärlig avrinning (målvärde)	Nederbörd medel 1961-90	Nederbörd medel 1985-94	Korr. faktor regn ¹	Korr. faktor snö ¹	Korrigerad nederbörd
1. Gss syd	300	655	660	1.20	0,20	801
2. Gss väst	400	795	874	1.03	0.10	906
3. Gmb syd	300	655	660	1.20	0,20	801
4. Gmb ost	200	570	565	1.10	0.17	638
5. Gns	300	640	665	1.18	0.25	809
6. Ss	200	563	560	1.11	0.18	637
7. Gsk väst	400	795	874	1.03	0.10	906
8. Gsk ost	200	570	565	1.10	0.17	638
9. Ssk	300	640	665	1.18	0.25	809

¹ Korrigeringsfaktor använd vid vattenbalansberäkningen. Nederbörden har multiplicerats med faktor.

för att vara ett "normalväder". Hur nederbörden för den aktuella perioden avviker från SMHI:s framräknade 30-årsmedelvärde för 1961-90 (SMHI, 1991) för respektive station framgår av tabell 4. Som tidigare nämnts har vid beräkning av vattenbalanserna nederbörden korrigerats så att den simulerade rotzonsdräneringen (medel för dräneringen från de olika jordarna och grödorna inom respektive region) ungefärligt överensstämmer med målavrinningen för respektive klimatregion (tabell 4). Variationen i nederbörd inom eller mellan åren har således inte förändrats utan nederbörden har ökats procentuellt i förhållande till den uppmätta nederbörden för varje dag. Nederbörden har korrigerats uppåt för samtliga klimatstationer, vilket är normalt för att kompensera för vindförluster etc vid nederbördsmätningen. Hur mycket nederbörden korrigerats framgår av tabell 4.

Gödsling, N-fixering och deposition

För att bestämma handelsgödselgivornas storlek 1985 och 1994 för olika grödor och produktionsområden har gödselmedelsundersökningarna för 1987/88 respektive 1992/93 från SCB utnyttjats (SCB, 1990 och SCB, 1994 a) då dessa varit de undersökningar som legat 1985 och 1994 närmast i tiden. I dessa undersökningar, som grundar sig på intervjuer, redovisas medelgödselgivor uppdelat på olika grödor, gödselslag och produktionsområden. I tillägg till detta har utnyttjats omräkningsfaktorer för varje produktionsområde för 1987/88 till 1985 och 1992/93 till 1994 (SCB, 1995 a.) som beräknats av SCB (tab. 5). Dessa omräknings-

faktorer är grundade på försäljningsstatistik. Vid de tre gödselmedelsundersökningarna som utförts (1987/88, 1990/91 och 1992/93) har den beräknade totala handelsgödsel förbrukningen i Sverige visat på lägre förbrukning än vad försäljningsstatistiken visat på för motsvarande år (enligt beräkningar av SCB). Efter diskussion med SCB (Danell, 1995) har antagits att orsaken till skillnaden är att gödselmedelsundersökningen visar på för låga givor. Därför har givorna korrigerats för denna underskattning både för 1985 och 1994 med en korrigeringsfaktor som varit medelvärde av kvoterna försäljningsstatistik / gödselmedelsundersökningen för de tre jämförelseåren (SCB, 1996). Detta medelvärde har varit 1,14, alltså har kvävegivan med handelsgödsel räknats upp med 14%. Hela beräkningsproceduren framgår av ekvation 1. De framräknade använda kvävegivorna med handelsgödsel för 1985 och 1994 framgår av tabell 7 och 8.

För vårsträsäd, våroljeväxter, potatis och betor har gödsling gjorts som en engångsgiva i samband med sådden. För höststräsäd har ingen kvävegiva getts på hösten utan allt har getts som en engångsgiva på våren ca en vecka före sådd av vårkorn. Gödsling till vall har gjorts två gånger; första gången samtidigt som gödsling till höststräsäden på våren och andra gången efter första skörden i juni. Enda grödan som fått handelsgödsel på hösten är höstraps och då ca 30 kg N/ha i samband med sådden. För att bestämma stallgödselgivornas storlek 1985 och 1994 för olika grödor och produktionsområden har de av SCB utförda gödselmedelsundersökningarna - för 1987/88, 1990/91 och 1992/93 (SCB, 1990, SCB, 1992 och SCB, 1994 a) ut-

Beräkning av kvävegiva med handelsgödsel, N (kg N/ha)

$$N = X * \text{korrr1} * \text{korrr2}$$

(ekvation 1)

X är handelsgödselgivor för år 1987/88 resp 1992/93 (från SCB gödselmedelsundersökningar)

korrr1 är korrigeringsfaktor för förändring från 1987/88 till 1985 resp. 1992/93 till 1994

korrr2 är korrigeringsfaktor för underskattningen av förbrukningen i gödselmedelsundersökningarna.

nyttjats. I dessa undersökningar, som grundar sig på intervjuer av lantbrukare om stallgödselgivornas storlek, djurslag och gödselslag, har bl a statistik om netto tillfört ammonium-N i stallgödsel efter gasförluster och i vissa fall totalt tillfört N i stallgödsel redovisats. Beräkningarna redovisas i ekvation 2 och 3 nedan.

Uppgifter om mängden ammoniumkväve i stallgödsel för areal enbart gödslad med stallgödsel har funnits redovisade i båda undersökningarna 1987/88 och 1992/93 och utnyttjats i beräkningarna. Uppgifter om andelen ammonium-N i stallgödsel för areal som gödslas med både stall- och handelsgödsel redovisades dock ej i undersökningen 1987/88. Efter samråd med SCB (Danell & Rösiö, 1995) har vi istället utnyttjat uppgifter om ammonium-N i undersökningen 1990/91 och sammanställt en uppsättning givor som gällande för både 1987/88 och 1992/93 (tab. 6). Ett skäl för detta har varit att statistik om total stallgödselproduktion antyder att stallgödselgivorna har varit oförändrade mellan 1987/88 och 1992/93. Liksom för handelsgödsel har SCB beräknat omräkningsfaktorer för varje produktionsområde för 1987/88 till 1985 och 1992/93 till 1994 (SCB, 1995 a.) som har utnyttjats i beräkningarna. Dessa omräkningsfaktorer är grundade på beräkningar av total stallgödselproduktion i olika regioner utgående ifrån statistik om djurantal, m.m. Medelvärdet för stallgödselgivans storlek har beräknats utifrån antagandet att vår stallgödselklass inkluderar all areal som inte får enbart handelsgödsel (se ovan beskrivning av gödselklasserna). Givans storlek har beräknats genom att för respektive år summera den totala givan av stallgödsel från stallgödslad mark (både den som får enbart stallgödsel och den som får stallgödsel i kombination med kompletterande handelsgödsel) och fördela den över all areal som inte får enbart handelsgödsel (dvs, summan av enbart stallgödslad areal, stallgöds-

lad areal med kompletterande handelsgödselgiva och ogödslad areal) varvid den nya givan erhållits, se tabell 9 och 10. Utifrån gödselmedelsundersökningarna har andelen ammonium-N skattats till ungefär 40% av mängden total-N i stallgödseln som ett genomsnitt. Mängden organiskt kväve i stallgödselgivan har därför beräknats som återstående mängd av totala kväveinnehållet (se ekvation 2b). De använda mängderna av organiskt kväve i stallgödselgivorna framgår av tabell 11 och 12. C/N kvoten har satts till 20 för det organiska kvävet i stallgödseln.

Statistik om totala mineralkvävetillförseln (ammonium-N i stallgödsel + kompletterande handelsgödsel) från undersökningarna 87/88 respektive 1992/93 har utnyttjats för att räkna ut den kompletterande handelsgödselgivans storlek för respektive 1985 och 1994 (se ekvation. 3). Dessa givor har korrigerats på samma sätt som för areal gödslad med enbart handelsgödselgiva (se ovan) både vad gäller korrigering till 1985 och 1994 och för skillnaden försäljningsstatistik - gödselmedelsundersökningen. Medelvärdet för den kompletterande handelsgödselgivans storlek har beräknats utifrån antagandet att vår stallgödselklass inkluderar all areal som inte får enbart handelsgödsel (se ovan beskrivning av gödselklasserna). Givans storlek har beräknats genom att summera den totala givan av kompletterande handelsgödsel (för den areal som får stallgödsel i kombination med kompletterande handelsgödsel) och fördela den över all areal som inte får enbart handelsgödsel (dvs summan av enbart stallgödslad areal, stallgödslad areal med kompletterande handelsgödselgiva och ogödslad areal) varvid den nya givan erhållits, se tabell 9 och 10. För att bestämma tidpunkterna för stallgödselspridning 1985 och 1994 för lika grödor och produktionsområden har gödselmedelsundersökningarna för 1987/88 respektive 1992/93

Tabell 5. Omräkningstal av gödselmedelsundersökningens hektargivor till att avse 1985 resp. 1994.

	1988 till 1985		1993 till 1994			1988 till 1985		1993 till 1994	
	hgm.	stg	hgm.	stg		hgm.	stg	hgm.	stg
Gss	0.98	1.00	1.01	1.02	Ss	1.05	1.00	1.10	1.02
Gmb	0.97	1.00	0.97	1.02	Gsk	0.90	1.00	0.99	1.02
Gns	1.02	1.00	1.02	1.02	Ssk	1.00	1.00	1.06	1.02

(SCB, 1990 och SCB, 1994) utnyttjats (se ovan). I dessa undersökningar, har tidpunkten för spridning angetts som andel areal där spridning skedde höst eller vår. Vi har i beräkningarna för varje typsituation låtit spridning ske både vår och höst och delat upp givan så att andelen som ges på hösten blir enligt andelen höstspridning och andelen på våren enligt andelen vårspridning, se tabell 13 och 14.

Från SCB erhöles uppgifter om kvävefixering länsvis för 1991 och uppgifter för riket för 1985, 1991 och 1994 (Danell, 1995). Genom

att anta att förhållandet mellan N-fixeringen i riket och i regionerna inte förändrat sig till 1985 och 1994 i jämförelse med 1991 har länsvis kvävefixering kunnat räknas ut (tab. 15). Kvävefixering för produktionsområdena har sedan kunnat räknas ut genom att väga ihop de länsvisa uppgifterna. Uppgifter om atmosfärisk deposition av kväve (tab. 16) har uppskattats från Naturmiljön i siffror (SCB, 1993). Depositionen har antagits vara densamma för 1985 och 1994.

Tabell 6. Ammoniumkväve i stallgödselgivan 1985 och 1994 för areal som erhåller både stall- och handelsgödsel (kg N/ha).

	vall	betor/potatis	stråsäd/olje växter		vall	betor/potatis	stråsäd/olje växter
Gss	35	45	40	Gsk	30	-	35
Gmb	35	45	40	Ss	30	-	35
Gns	30	-	35	Ssk	25	-	30

Tabell 7. Gödslings (kg N/ha) till olika grödor under 1985 i odlingssystemet med bara handelsgödsel.

	korn/havre ¹	vårvete	höstvet	råg	höstraps	vårraps	betor	potatis	vall	medel
Gss	100	144	161	97	178	133	148	128	116	134
Gmb	88	-	132	77	165	-	137	109	99	115
Gns	105	127	138	93	157	145	-	-	116	131
Ss	101	132	125	71	-	137	-	-	106	112
Gsk	74	-	97	-	-	-	-	-	82	80
Ssk	80	-	108	-	-	-	-	-	85	91
medel	91	134	127	84	167	138	142	118	101	124

¹ Sammanvikt av arealerna korn och havre

Tabell 8. Gödslings (kg N/ha) till olika grödor under 1994 i odlingssystemet med bara handelsgödsel.

	korn/havre	vårvete	höstvet	råg	höstraps	vårraps	betor	potatis	vall	medel
Gss	108	154	165	108	183	125	150	132	108	137
Gmb	88	-	127	88	159	-	137	94	109	118
Gns	106	121	151	105	174	145	-	-	133	139
Ss	102	125	137	87	-	137	-	-	125	120
Gsk	76	-	107	-	-	-	-	-	94	88
Ssk	87	-	126	-	-	-	-	-	96	103
medel	94	133	136	97	172	136	144	113	111	129

Beräkning av kvävegivor i stallgödslingssystemet

Ammonium-N i stallgödselgivan, NNH4 (kg N/ha)

$$NNH4 = (\text{area2} * N_2 + \text{area3} * N_3) / (\text{area1} + \text{area2} + \text{area3}) * \text{korrr3} \quad (\text{ekvation 2a})$$

Organiskt kväve i stallgödsel, Norg (kg N/ha)

$$Norg = NNH4 * (1 - \text{fracNH4}) / \text{fracNH4} \quad (\text{ekvation 2b})$$

fracNH4 är andelen ammoniumkväve (i procent) av totala kvävemängden i stallgödselgivan

Area1 är andelen areal av totala åkerarealen som är helt ogödslad

Area2 är andelen areal av totala åkerarealen som enbart stallgödslad

Area3 är andelen areal av totala åkerarealen som gödslas med både handels- och stallgödsel

N₂ är ammonium-N i stallgödselgivan för areal som enbart stallgödslas

N₃ är ammonium-N i stallgödselgivan för areal gödslad med både handels- och stallgödsel

korrr3 är korrigeringsfaktor för förändring från 1987/88 till 1985 resp. 1992/93 till 1994

Kompletteringsgiva med handelsgödsel, Nhgkmp (kg N/ha)

$$Nhgkmp = (N_{\text{totmin}} - N_3) * \text{area3} / (\text{area1} + \text{area2} + \text{area3}) \text{korrr1} * \text{korrr2} \quad (\text{ekvation 3})$$

N_{totmin} är totala mineralkvävetillförseln (ammonium-N i stallgödsel + kompletterande handelsgödsel)

korrr1 är korrigeringsfaktor för förändring från 1987/88 till 1985 resp. 1992/93 till 1994

korrr2 är korrigeringsfaktor för underskattningen av förbrukningen i gödselmedelsundersökningarna.

Tabell 9. Ammoniumkväve i stallgödselgivan (stg) och kompletterande handelsgödsling (hg) i odlingssystemet med både handels- och stallgödsel under 1985 i kg N/ha.

	korn/ havre		vårvete		höstvet		råg		höstraps		våraps		betor		potatis		vall	
	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg
Gss	70	38	90	36	130	35	71	37	108	27	72	28	134	45	78	43	97	31
Gmb	59	37	-	-	105	35	43	30	113	35	-	-	114	46	67	39	71	41
Gns	87	32	89	25	125	33	46	32	119	29	92	22	-	-	-	-	85	19
Ss	93	33	104	31	101	31	37	21	-	-	87	23	-	-	-	-	77	19
Gsk	39	35	-	-	81	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	25
Ssk	62	29	-	-	86	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	9
medel	63	34	94	31	105	26	49	30	113	30	84	24	124	46	72	41	72	24

Tabell 10. Ammoniumkväve i stallgödselgivan (stg) och kompletterande handelsgödsling (hg) i odlingsystemet med både handels- och stallgödsel under 1994. Alla värden i kg N/ha.

	korn/ havre		vårvete		höstvet		råg		höstraps		vårraps		betor		potatis		vall	
	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg	hg	stg
Gss	60	42	108	41	136	41	69	38	162	37	114	44	117	46	93	44	124	34
Gmb	50	41	-	-	97	38	39	30	124	38	-	-	102	42	86	43	86	33
Gns	70	30	36	15	126	34	43	32	140	37	123	36	-	-	-	-	107	26
Ss	72	33	84	27	104	33	36	22	-	-	74	22	-	-	-	-	86	22
Gsk	44	37	-	-	102	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	28
Ssk	59	32	-	-	121	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	14
medel	59	31	76	28	114	34	47	30	142	37	104	34	110	44	90	44	88	26

Tabell 11. Organiskt kväve (kg N/ha) i stallgödseln i odlingsystemet med både handels- och stallgödsel under 1985.

	korn/ havre	vårvete	höstvet	råg	höstraps	vårraps	betor	potatis	vall	medel
Gss	57	54	52	56	40	42	68	64	46	53
Gmb	56	-	52	44	53	-	69	59	45	54
Gns	48	38	50	49	44	33	-	-	28	41
Ss	50	46	46	32	-	35	-	-	28	40
Gsk	52	-	43	-	-	-	-	-	38	44
Ssk	44	-	33	-	-	-	-	-	14	30
medel	51	46	46	45	46	37	68	62	33	

Tabell 12. Organiskt kväve (kg N/ha) i stallgödseln i odlingsystemet med både handels- och stallgödsel under 1994.

	korn/ havre	vårvete	höstvet	råg	höstraps	vårraps	betor	potatis	vall	medel
Gss	62	62	61	57	55	66	69	66	51	61
Gmb	61	-	57	44	57	-	63	64	49	56
Gns	44	23	51	49	55	54	-	-	33	44
Ss	49	40	50	33	-	33	-	-	33	40
Gsk	55	-	50	-	-	-	-	-	44	50
Ssk	49	-	39	-	-	-	-	-	21	36
medel	53	42	51	46	56	51	66	65	38	

Tabell 13. Fördelning i procent mellan höst- och vårspridning av stallgödsel under 1994 (höstspridning, h /vårspridning, v).

	korn/ havre		vårvete		höstvet		råg		höstraps		vårraps		betor		potatis		vall	
	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
Gss	26	74	26	74	77	23	77	23	100	0	11	89	49	51	11	89	20	80
Gmb	34	66	-	-	81	19	81	19	100	0	-	-	41	59	8	92	16	84
Gns	32	68	32	68	84	16	84	16	100	0	41	59	-	-	-	-	23	77
Ss	31	69	31	69	84	16	84	16	-	-	18	82	-	-	-	-	27	73
Gsk	22	78	-	-	78	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	80
Ssk	18	82	-	-	79	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	67
medel	27	73	30	70	80	20	82	18	100	0	23	77	45	55	10	90	23	77

Tabell 14. Fördelning i procent mellan höst- och vårspridning av stallgödsel under 1985 (höstspridning, h /vårspridning, v).

	korn/ havre		vårvete		höstvete		råg		höstraps		våraps		betor		potatis		vall	
	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v	h	v
Gss	32	68	31	69	92	8	93	7	100	0	12	82	71	29	20	80	24	76
Gmb	45	55	-	-	96	4	95	5	100	0	-	-	59	41	15	85	22	78
Gns	42	58	42	58	100	0	100	0	100	0	46	54	-	-	-	-	32	68
Ss	38	62	37	63	100	0	100	0	-	-	21	79	-	-	-	-	36	64
Gsk	29	71	-	-	93	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26	74
Ssk	25	75	-	-	94	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	57
medel	35	65	27	63	96	4	97	3	100	0	26	74	65	35	18	82	30	70

Kväveskörd, växtens totala produktion och kväueupptag

För skattningen av kväveskörda (appendix 1:5) och grödornas totala kväueupptag (appendix 1:6) har efter samråd med SCB (Hagblad, 1995) normskördarna för 1985 och 1994 utnyttjats (SCB 1985 och SCB 1994 b). 1988 bytte SCB metod för normskördeberäkning, varför SCB räknat ut nya normskördar för 1985 (appendix 1:7) enligt metod använd för 1994 (Funcke, 1995). Från SCB har också erhållits statistik om kärna/halm relationer (SCB, 1991) och mängd tillvaratagen halm länsvis (Rösiö, 1994). Från denna länsvisa statistik har mängd tillvaratagen halm per produktionsområde uppskattats (tab. 18). Data om kväuehalter i skördeprodukterna och halm (tab. 17) har också utnyttjats. Uppskattade kväveskörda har använts som målvärde för simulerad kväveskörd, dvs parameteriseringen av modellens N-upptag och skördefunktioner har anpassats för denna skörd. Samma målvärde har använts för båda gödslingssystemen. Kriteriet har varit att simulerad skörd ej skall avvika från målvärde med mer än någon procent. Undantag har dock gjorts för vall som tillåtit avvika något mer (10%) runt målvärdet. För kväueupptag på hösten har för samtliga regioner satts ett max-upptag på 10 kg/ha för höstvete, 15 för råg och 30 för höstraps.

Tabell 15. Kväuefixering i vallar med baljväxtinblandning, kg N /ha.

	1985	1991	1994
riket	30	38	46
Gss	33	41	51
Gmb	27	40	41
Gns	40	52	62
Gsk	27	34	42
Ss	21	26	32
Ssk	26	33	40

Beräkningarna av målvärdena för kväveskörd och totalupptag finns beskrivna nedan i ekvation 4 och 5. Kväveskörden är en summa av kväuet i både kärn- och halmkörd. Gången har varit att först räkna ut kväuemängd i kärn/fröskörd alternativt knöl/betskörd för de olika grödorna. Skördad mängd enligt normskörd för respektive år har använts och ett kväueinnehåll för kärna och halm enligt tabell 17. Därefter har mängden kväue i resterande ovanjordiska del av plantan räknats ut. För 1985 har använts uppgifter om relationen kärnskörd och ovanjordiska växtdelar i våra stråsädesgrödor (SCB, 1991). I brist på uppgifter om halmmängd för stråsädesgrödorna för 1994 har antagits att relationen halm/kärna ej förändrat sig från 1985 till 1994. Antagandet gjordes också att hälften de av ovanjordiska växtdelarna (utom kärna) har varit möjliga att skörda som halm, dvs halmspill, stubb, boss och agnar har ansetts utgöra den resterande halvan som blir kvar på fältet. För oljeväxterna, där statistik saknades, antogs att mängden ovanjordiska skörderester var tre gånger så stor som fröskörden. Därmed har mängden kväue i grödornas ovanjordiska del räknats ut. För att kunna räkna ut mängden kväue i hela växten har antaganden gjorts om andel kväue i rötter. För stråsädesgrödorna och oljeväxterna har antagits att 20 % av kväuet i hela växten finns i rötterna. För potatis har antagits att 15% av kväueinnehållet i blast + knöl funnits i rötter.

Tabell 16. Total årlig deposition(våt+torr) i de olika regionerna.

	kg N/ha		kg N/ha
Gss s	19	Gsk v	17
Gss v	20	Gns	12
Gmb o	17	Ss	7
Gmb s	19	Ssk	7
Gsk o	14		

Beräkning av skörd och totalupptag av kväve

$$\text{skördN} = (S_1 * \text{nkonc}_1) + (S_2 * \text{nkonc}_2) * b * c \quad (\text{ekvation 4})$$

$$\text{totuppN} = ((S_1 * \text{nkonc}_1) + (S_2 * \text{nkonc}_2)) / r \quad (\text{ekvation 5})$$

$$\text{där } S_2 = a * S_1$$

S_1 är normskörden i kg/ha för kärna, frö, beta, knöl eller vall

nkonc_1 är kvävekoncentrationen i skörden (kärna, frö, beta, knöl eller vall)

S_2 är mängden av alla ovanjordiska växtdelar utom kärna, dvs halm, agnar, boss, stubb, blast

nkonc_2 är kvävekoncentrationen i ovanjordiska växtdelar utom kärna

a är kvot kärna - övriga ovanjordiska växtdelar

b är kvot skördad halm - ovanjordiska växtrester (0.5 för stråsäd)

c är andelen areal där halm skördas i resp region

r är andelen kväve i rötter av mängden kväve i hela växten.

totuppN är växtens totalupptag av kväve i kg/ha

För sockerbetor har antagits att 20 % av kväveinnehållet i blast + beta funnits i rötterna. För vall har antagits att kväveskörden har utgjort ca 55 % av totalupptaget av kväve. Tidpunkter för sådd och skörd (appendix 1:18) är uppskattade från Jordbruksstatistisk årsbok (SCB, 1991). Generellt blir sådden senare ju längre norrut man kommer men skörden blir också senare varför antalet dagar mellan sådd och skörd inte skiljer sig mycket åt. Start för kväveupptaget sattes till 12 dagar efter sådd för vår- och höststråsäd och oljeväxter och 14 dagar efter sådd för potatis och sockerbetor. För vall finns ingen tidpunkt för sådd angiven, beräkningarna är gjorda för en växande vall med start året efter insåningsåret.

Medelutlaknings- och bruttobelastningsberäkningar

Medelutlakningsberäkningar

Uträkning av medelutlakning för åkermarken har utförts för varje utlakningsregion. Denna medelutlakning har sedan använts för att beräkna bruttobelastning. För medelutlaknings- och belastningsberäkningar har statistik om grödarealer och totala åkerarealer i olika produktionsområden utnyttjats (SCB, 1986 och

SCB, 1995 b.). För att få fram åkerarealen i de utlakningsregioner som består av delade produktionsområden har en fördelning mellan de båda delarna av produktionsområdet använts. Denna delning har utförts med hjälp av GIS (Olsson, 1996) där kartan för utlakningsregionerna har kombinerats med en karta som visar s k öppen mark i Sverige vilken huvudsakligen består av jordbruksmark. Relationen mellan den erhållna arealen öppen mark i respektive utlakningsregion och total öppen mark i produktionsområdet har antagits vara den samma som relationerna mellan åkermarksarealerna. Genom att multiplicera dessa relationer med den av SCB redovisade åkermarksarealen för hela produktionsområdet har arealen åkermark i respektive utlakningsregion beräknats. Beräkningen av medelutlakning har utförts i tre steg för respektive region:

1. Uträkning av medelutlakningen för alla kombinationer av jordar och gödselsystem. Beräkningar av viktade medelvärden av utlakningen utfördes i varje region för alla kombinationer av jordar och gödselsystem (totalt sex kombinationer). Viktning gjordes med den del av åkerarealen som en utlakningskoefficient ansågs representera. För att få med så stor del av åkerarealen som möjligt i medelutlakningsberäkningen har arealen för de flesta av de grödor för vilka utlakningskoefficienter ej

Tabell 17. Kväveinnehåll i skördeprodukter enl. Haak (1993).

Gröda		vatten- halt %	N %	Gröda		vatten- halt %	N %
höstvet	kärna	15	1,9	potatis	knöl	79	0,35
	halm	15	0,6		blast	80	0,78*
vårvet	kärna	15	2,0	betor	beta	76	0,2
	halm	15	0,7		blast	80	0,45
korn	kärna	15	1,7	vall		ts	2,5
	halm	15	0,8	oljeväxter	frö	16	3,5
råg	kärna	15	1,7		halm	16	0,9
	halm	15	0,7				

* Beräknat som ett genomsnittsinnehåll av kväve från tidpunkten för sådd till skörd

beräknats, lagts till arealen av någon ur utlakningssynpunkt liknande gröda, för vilken utlakningskoefficient hade beräknats. Därmed har en utlakningskoefficient för en gröda fått representera utlakningen för flera grödor. Vilka grödor som ingår i en sådan grödklass framgår av tabell 21. Det bör påpekas att utlakningskoefficienter beräknats för alla de areellt betydande grödorna i respektive region. För varje jord i respektive region har följande beräkningar utförts: Arealen av en grödklass i en region har multiplicerats med den andelen av grödklassens areal som bara gödslats med handelsgödsel (tab. 20). Denna nya handelsgödslade areal har i sin tur multiplicerats med utlakningskoefficienten för den grödklassen och jorden i den regionen varvid en viss mängd utlakat kväve erhållits. De för varje grödklass uträknade kvävemängderna har sedan summerats och summan dividerats med totala handelsgödslade arealen varvid en grödvägd medelutlakning för den handelsgödslade arealen för respektive jord erhållits. På samma sätt har medelutlakningen för den övriga arealen (för vilken utlakningskoefficienterna för stallgödsel kombinerad med handelsgödsel är tillämplig) för en jord beräknats.

2. *Uträkning av medelutlakningen för de olika jordarna.* För att få fram medelutlakningen för all åkerareal av en viss jordart i en region har mängden utlakat kväve från respektive gödslingssystem (se ovan) summerats och sedan dividerats med totala åkerarealen i regionen.

3. *Uträkning av medelutlakningen för en region.* För att slutligen räkna fram medelutlakningen för en regions hela åkerareal har medelutlakningen för respektive jord viktats i förhållande till hur stor åkerareal som den representerar (tab. 19). Jordartsfördelning enligt (tab. 19) har utförts med hjälp av GIS (Olsson, 1996) där kartan med utlakningsregionerna har

kombinerats med en karta som visar fördelningen av de tre jordarterna i Sverige. Denna karta är baserad på den jordartsgeologiska kartan redovisad i Nationalatlasens jordbruksdel (SNA, 1992) men omklassad till att endast bestå av tre jordartsklasser. De i nationalatlasens karta redovisade klasserna sand och grovmo har slagits ihop till vår klass *sand*, klasserna morän och moränlera till vår klass *lättilera* och klasserna finsediment och tunt osammanhängande jordtäck på berg till vår klass *styv lera*. Däremot har ingen kunskap om hur stor del av en gröda som odlas på en viss jordart funnits tillgänglig, varför det har antagits att grödfördelningen för varje jordart är lika som grödfördelningen för hela regionens åkerareal. För att få fram den antropogena utlakningen har medelutlakningen för extensiv vall, som här har betraktats som en form av bakgrundsbelastning, subtraherats från medelutlakningen för grödklasserna. Beräkningarna för 1985 och 1994 har gjorts på samma sätt i alla beräkningssteg. För att få fram medelutlakningen för landet har belastningen från regionerna summerats och sedan dividerats med landets totala åkerareal.

Tabell 18. Andel i procent av arealen där halm och blast skördas i de olika regionerna.

	korn halm	v.vete halm	h.vete halm	råg halm	bet- blast
Gss_s	47	10	15	10	8
Gss_v	47	10	15	10	8
Gmb_o	70	10	35	40	25
Gmb_s	70	10	35	40	25
Gsk_o	55	-	20	-	-
Gsk_v	55	-	20	-	-
Gns	50	15	15	0	-
Ss	20	0	20	15	-
Ssk	45	-	15	-	-

Bruttobelastningsberäkningar

För att få fram bruttobelastningen av kväve från åkermarken i varje region har medelutlakningen för varje region multiplicerats med totala åkerarealen i regionen. Detta har gjorts för både 1985 och 1994 med respektive års medelutlakning för att få fram en skillnad mellan åren. Bruttobelastningarna från regionerna har sedan summerats för att få fram en totalbelastning för landet. Den antropogena belastningen har beräknats genom att subtrahera den belastning av kväve som erhålls om hela åkerarealen vore extensiv vall (medelutlakningen för extensiv vall multiplicerad med åkerarealen).

Tabell 19. Fördelning i procent av de tre jordarterna i utlakningsregionerna.

	lerig sand	lättlera	styv lera
Gss_s	45	55	0
Gss_v	82	16	1
Gmb_s	27	73	0
Gmb_o	32	43	25
Ss	4	32	64
Gsk_v	11	49	39
Gsk_o	2	65	33
Ssk	4	66	30
Gns	16	30	54

Tabell 20. Andel av varje gröda i regionerna som bara gödslas med handelsgödsel. Siffrorna gäller för 1992/93. Den övriga arealen är antingen helt ogödslad, gödslad med bara stallgödsel eller gödslad med både stall- och handelsgödsel.

	Gss	Gmb	Gsk	Gns	Ss	Ssk
korn, havre, blandsäd	78	61	53	74	84	69
vårvete	90	-	-	87	84	-
höstvet	85	70	65	84	81	72
råg	86	74	-	80	75	-
sockerbetor	49	31	-	-	-	-
potatis	49	29	-	-	-	-
vall	48	55	44	61	68	59
höstraps	85	65	-	62	-	-
vårraps	83	-	-	78	88	-

Tabell 21. Grödor som ingår i de olika grödklasserna vid belastningsberäkningarna.

Gss	1985	1994	Gmb	1985	1994
korn	summa foder- spannmål	vårkorn, havre, blandsäd	korn	fodersäd, vårvete	vårkorn, havre, blandsäd, vårvete
vårvete	vårvete	vårvete	vårvete	-	-
höstvete	höstvete	höstvete, rågve- te	höstvete	höstvete	höstvete, rågvete
råg	råg	råg, höstkorn	råg	råg	råg, höstkorn
sockerbetor	sockerbetor	sockerbetor	sockerbetor	sockerbet or	sockerbetor
potatis	mat- och fab- rikspotatis	mat- och fab- rikspotatis	potatis	mat- och fabrikspot atis	potatis
vall	summa vall	summa vall	vall	summa vall	summa vall
höstraps	höstraps, -rybs	höstraps, -rybs	höstraps	vårrops, höstraps & rybs	summa oljeväxter
vårrops	vårrops, -rybs	vårrops, -rybs	vårrops	-	-
Gsk	1985	1994	Gns	1985	1994
korn	fodersäd, vårve- te, potatis, olje- växter	vårkorn, havre, blandsäd, vår- vete, potatis, oljeväxter	korn	fodersäd, potatis	vårkorn, havre, blandsäd, potatis
vårvete	-	-	vårvete	vårvete	vårvete
höstvete	höstvete, råg	höstvete, rågve- te, råg, höst- korn	höstvete	höstvete	höstvete, rågvete
råg	-	-	råg	råg	råg, höstkorn
sockerbetor	-	-	sockerbetor	-	-
potatis	-	-	potatis	-	-
vall	summa vall	summa vall	vall	summa vall	summa vall
höstraps	-	-	höstraps	höstraps & rybs	höstraps & rybs
vårrops	-	-	vårrops	vårrops & rybs	vårrops & rybs
Ss	1985	1994	Ssk	1985	1994
korn	fodersäd, potatis	vårkorn, havre, blandsäd, pota- tis	korn	fodersäd, vårvete, potatis, oljeväxter	vårkorn, havre, blandsäd, vårvete, potatis, oljeväxter
vårvete	vårvete	vårvete	vårvete	-	-
höstvete	höstvete	höstvete, rågve- te	höstvete	höstvete, råg	höstvete, rågvete, råg, höstkorn
råg	råg	råg, höstkorn	råg	-	-
sockerbetor	-	-	sockerbetor	-	-
potatis	-	-	potatis	-	-
vall	summa vall	summa vall	vall	summa vall	summa vall
höstraps	-	-	höstraps	-	-
vårrops	höst & vårrops & rybs	höst & vårrops & rybs	vårrops	-	-

Resultat och diskussion

Avrinning

Avrinningen är den enskilda faktor som påverkar utlakningen mest. Valet av avrinningsklass för respektive region får därför stor betydelse för resultatet. Avrinningen skiljer som mest en faktor 2 mellan Ss där avrinningen är lägst och Gss väst och Gsk väst där avrinningen är högst (tab. 22). Avvikelsen mellan mål-avrinning och beräknad avrinning varierar mellan 1 och 5 % för de nio olika regionerna.

Avrinningen uppdelad på grödklasser (tab. 23) visar som väntat att vall och höststråsäd har lägsta avrinningen på grund av högre avdunstning, bl a beroende på en högre avdunstning vår och höst än vårstråsäd. Även betor som växer sent in på hösten har lägre avrinning. Den låga utlakningen för vallen beror således både på att den är flerårig och kan ta upp kväve sent in på hösten och att avrinningen är lägre där vall odlas.

Utlakningskoefficienter

Enbart handelsgödsling

I odlingssystemet med enbart handelsgödsling (dvs rena växtodlingsföretag) har utlakningen mellan 1985 och 1994 minskat som riksgenomsnitt för samtliga enskilda grödor utom för vall och vårraps (fig. 4). Anledningen till att utlakningen för vårraps ökat är att normskörden anmärkningsvärt nog minskat medan samtidigt gödslingen endast minskat marginellt vilket inte väger upp minskningen i kväve-

Tabell 22. Eftersträvad och faktiskt beräknad avrinning (mm) i utlakningsregionerna.

Utlakningsregion	Ungefärlig avrinning (målvärde)	Simulerad medel avrinning ¹
1. Gss syd	300	297
2. Gss väst	400	379
3. Gmb syd	300	297
4. Gmb ost	200	205
5. Gns	300	298
6. Ss	200	190
7. Gsk väst	400	379
8. Gsk ost	200	205
9. Ssk	300	298

¹ Medelvärden för avrinningen för grödorna, ej vägt till arealen av varje gröda.

Tabell 23. Simulerad avrinning för var och av grödklasserna i de olika regionerna (mm).

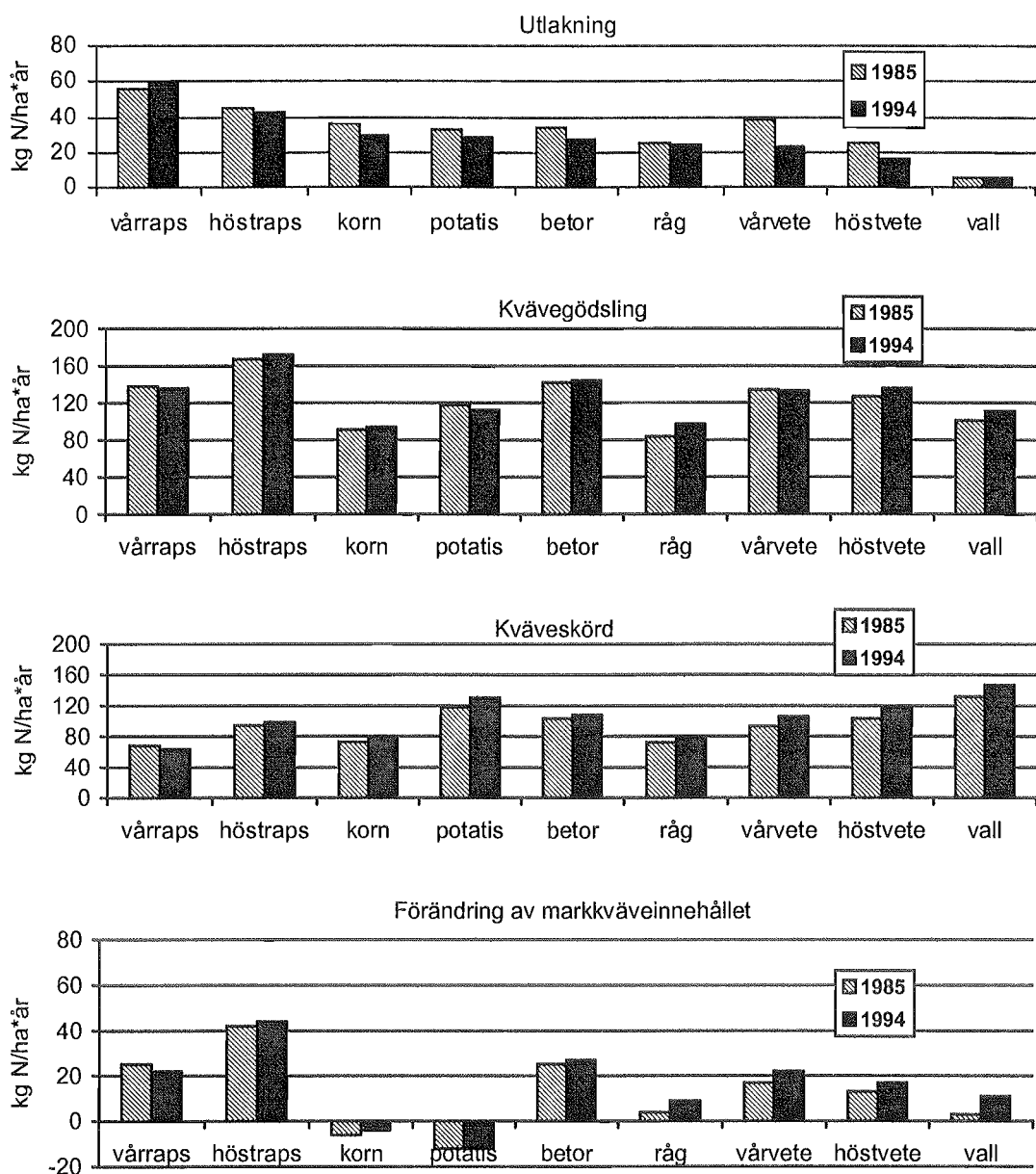
	Gss_s Gmb_s	Gss_v Gsk_v	Gmb_o Gsk_o	Gns Ssk	Ss
Grödklass					
v.stråsäd, potatis v.oljevt.	362	435	249	335	236
h.stråsäd h.oljevt.	286	366	192	287	178
vall	250	338	172	273	154
betor ¹	291	376	207	-	-

¹ Odlas i Gmb ost men ej i Gsk ost.

skörd. Överhuvudtaget är utlakningen från oljevaxter betydligt högre än från de andra grödorna. Ganska mycket kväve tillförs i förhållande till vad som förs bort med fröskörden. Oljevaxterna lämnar efter sig kväverika skörderester som bidrar till utlakning. I praktiken ingår oljevaxter förstas i en växtföljd och man försöker normalt odla en gröda som kan ta tillvara oljevaxternas ur kvävesynpunkt höga förfruktsvärde. Oftast blir det höstvetete som odlas efter oljevaxter och som då får betydligt högre utlakning då höstvetete inte har kapacitet att utnyttja mer än en bråkdel av kvävet från oljevaxterna.

Vårvetete är den av grödorna som visar störst minskning av kväveutlakning i absoluta tal. Gödslingen är i stort sett oförändrad eller t o m något minskad samtidigt som vårvetete är en av de grödor där normskörden stigit mest enl. SCB, med nära 15 %. De andra grödorna vars normskördar och därmed kväveskördar ökat lika eller nästan lika mycket är höstvetete, potatis och vall (fig.4) men för dessa grödor har samtidigt kvävegödslingen ökat.

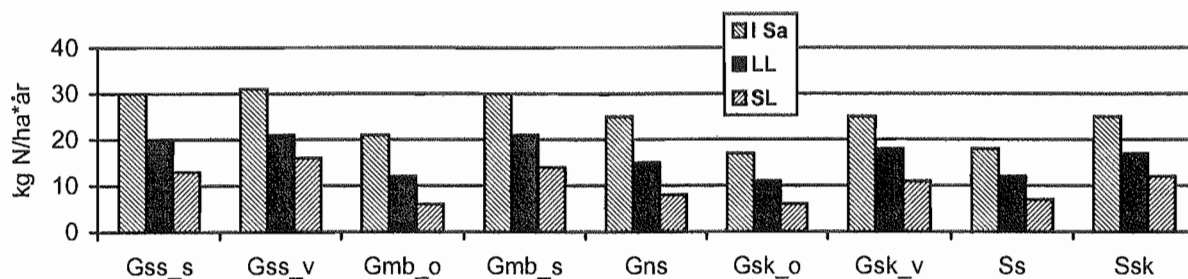
Utlakningen från handelsgödslad vall i samtliga områden är i stort oförändrad. I något område är det en liten minskning och i något annat område en liten ökning i utlakningen men som medelvärde för landet blir utlakningen oförändrad. Normskördarna för vall har stigit mest av alla grödor mätt i absoluta tal men uppvägs med att kvävefixeringen i vallarna ökat kraftigt enligt SCB. Som genomsnitt för landet har kvävefixeringen ökat med drygt 50% från 30 till 46 kg/ha. Samtidigt har kvävegödslingen till vall ökat med ca 10% vilket sammanlagt gör att kvävebalansen är oföränd-



Figur 4. Medelvärden för alla regioner av *utlakning, kvävegödsling, kväveskörd och förändring av markkvävet* för varje gröda för 1985 och 1994. Odlingssystemet med bara handelsgödsel.

rad. Resultatet för vall får stor betydelse för belastningen eftersom den odlas på såpass stor areal. Utlakningen från potatis, sockerbetor och korn ligger på samma nivå i det handelsgödslade odlings systemet och minskningen i utlakning är också av samma storlek. För korn (korn + havre) har kväveskörderna ökat med i medeltal ca 10% och gödslingen med 5% och netto-effekten blir en liten utlakningsminskning. Att utlakningen från potatis inte är större än från korn är anmärkningsvärt men ser man på kvävebalansen så har potatis den bästa balansen efter vall. Lika mycket kväve som tillförs med handelsgödsel bortförs också med

knölskörderna. För övriga grödor gödslas mer än vad som förs bort med skörd. Att utlakningen från potatis ofta är högre i mätningar som görs kan delvis bero på sådana faktorer som inte tas hänsyn till i modellen som t e x att upprepade jordbearbetningar under säsongen eventuellt kan stimulera mineraliseringen. Den övervägande delen av potatisarealen i landet gödslas med stallgödsel enl. SCB varför utlakningen från det odlingssystemet är mer intressant. Utlakningen från betor är på samma nivå som för korn. Det mesta av kvävet i betplantan finns i blasten som har en hög kvävehalt. Om blasten brukas ned i samband med skörd avgår



Figur 5. Medelvärde av utlakningen för de olika jordarna i regionerna i odlingssystemet med bara handelsgödsel för 1994. Medelvärdet är beräknat för höstvet, korn, och vall som är de enda grödorna som finns i alla regioner.

endast en liten mängd kväve till luften i form av ammoniak medan betydande mängder snabbt kan mineraliseras och därmed också utlakas.

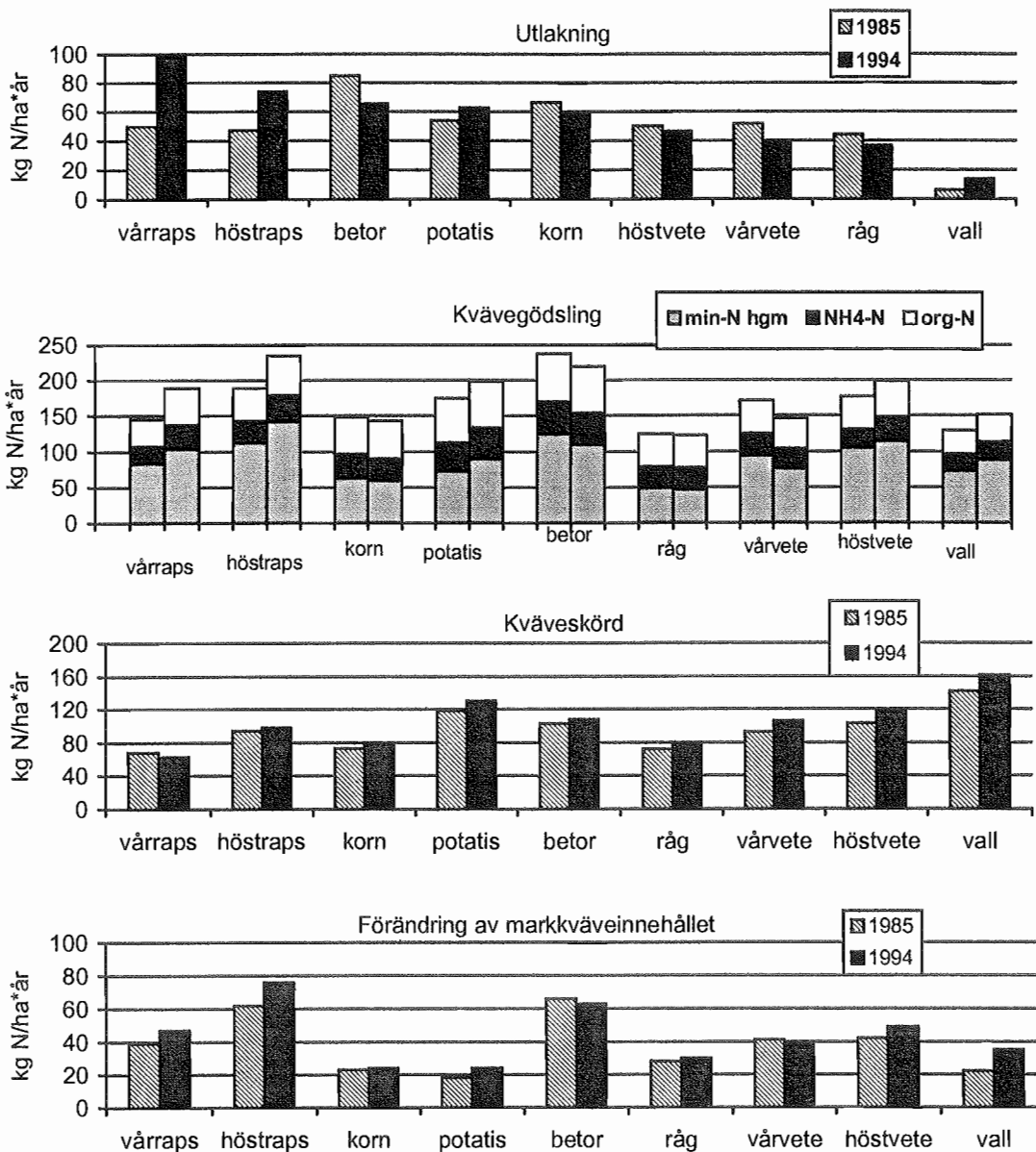
Kvävebalansen som är gjord och återfinns i appendix 1:9 visar att det som genomsnitt för landet är endast korn och potatisodling som visar en minskning av markens kväveförråd (fig. 4, appendix 1:9). För korn och havre brukas en mindre del av halmen ner än för övriga stråsädesgrödor vilket delvis förklarar skillnaden i förändringen av markkvävet mellan dessa (tab. 17). Minskningstakten är lägre för båda dessa grödor för 1994 jämfört med 1985. För övriga grödor sker en uppbyggnad av markens kväveförråd. För de flesta av dessa grödor ökar också uppbyggnadstakten för 1994 jämfört med 1985. Höstraps, som hade den största ökningstakten med i medeltal drygt 40 kg N/ha, har också den största differensen mellan kväve bortfört vid skörd och kväve tillfört med gödsling. Den stora mängden kväverika skörderester bidrar således både till utlakning och uppbyggnad av kväveförrådet. Även betor, som har en ganska stor ökning av kväveförrådet, lämnar efter sig mycket kväve i skörderesterna

Jämför man utlakningen mellan jordarna minskar förstas utlakningen med stigande lerhalt (fig. 5). Utlakningen för den styva leran var en tredjedel till hälften så stor jämfört med sandjorden. Utlakningen från den styva leran blir mycket låg i de torraste regionerna. Utlakningen skiljer sig mer åt mellan sandjorden och lättleran än mellan lättleran och styva leran. I de utlakningsregioner som är delade produktionsområden (gss, gmb och gsk) kan man även se avrinningens betydelse för utlakningen (fig. 5). I de nederbördsrikare regionerna är nivån på utlakningen högre för alla tre jordarna.

Stallgödsling kompletterad med handelsgödsel

Utlakningen är högre för samtliga grödor i odlingssystemen med stallgödsel kompletterad med handelsgödsel (dvs djurgårdar) jämfört med motsvarande system med enbart handelsgödsling (fig. 6 och 4). Detta trots att mineralkvävegivan (handelsgödsel + ammonium i stallgödsel) har varit mindre för alla de areellt stora grödorna i stallgödselsystemet än i handelsgödselsystemet. Endast oljeväxterna, potatisen och betorna har erhållit mer mineralkväve i stallgödselsystemet än i handelsgödselsystemet. Förklaringen till den högre utlakningen ligger i att en del av det organiska kvävet som tillförs med stallgödseln mineraliseras vilket endast delvis kommer grödan tillgodo. Tillförseln av totalkväve (organiskt- + mineralkväve) är ju som väntat högre för samtliga grödor i stallgödselsystemet än i handelsgödselsystemet. Kväveskördarna för de stallgödslade grödorna har varit ungefär desamma som för motsvarande handelsgödslade grödor med undantag för vall, där kväveskördarna varit upp till 25% högre i de stallgödslade systemen (fig. 6, appendix 1:5).

I stallgödselsystemet har utlakningen mellan 1985 och 1994 inte minskat i lika stor utsträckning som där bara handelsgödsel används (fig. 6). Utlakningen har, om medeltal för samtliga regioner, i likhet med handelsgödselsystemet ökat för vårraps men här har den även ökat för höstraps, potatis och vall. För oljeväxterna är anledningen till denna ökning att den kompletterande handelsgödselgivan ökat betydligt (tab. 9 och 10) samtidigt som kväveskördarna endast haft en måttlig ökning. För potatis och vall är anledningen både en ökad kompletteringsgiva och en ökad stallgödselgiva i de flesta regionerna (fig. 6,



Figur 6. Medelvärden för alla regioner av *utlakning*, *kvävegödsling*, *kväveskörd* och *förändring av markkvävet* för varje gröda för 1985 och 1994. Odlingssystemet med stall- och handelsgödsel.

tab. 9 och 10) i kombination med en måttlig ökning av kväveskördarna.

Spridningstidpunkterna för stallgödsel har för alla grödor utom två förskjutits mot vårspridning mellan 1985 och 1994 (tab. 13 & 14). Detta har med all säkerhet bidragit till lägre utlakning än om ingen förändring skett. De två undantagen är höstraps där all spridning skett på hösten och vårvet där en obetydlig ökning skett av höstspridning. För höststråsåd (höstvet och höstråg) 1985 gjordes i stort sett 100 % av stallgödselspridningen till sådden på hösten men 1994 har denna andel minskat till ca 80% (tab. 13 och 14). Den andra grödan som visar lika stor förändring i spridningstid-

punkt är betor där andelen höstspridd stallgödsel minskat från 65 till 45%. Övriga grödor visar på endast några procents förändring i spridningstidpunkten. Då en stor del av växt-näringsrådgivningen inriktas mot stallgödselkväveutnyttjande kommer utvecklingen mot ökad vårspridning troligen att fortsätta och därigenom bidra till minskad utlakning. Detta förutsätter dock en minskad kompletteringsgi-va av handelsgödsel om den totala mängden tillgängligt mineralkväve på våren ska vara konstant.

Kvävebalansen i appendix 1:10 visar att som genomsnitt för hela området sker en uppbyggnad av markkvävet (som i huvudsak ut-

Tabell 24. Medelutlakning av kväve (utlakningskoefficienter vägda för jordarter i resp. region och viktade till arealen av de olika grödorna).

	1985	1994	Förändring	Antropogena förändringen	Extensiv vall	Belastn. Ext. vall 1985	Belastn. Ext. vall 1994
	kg/ha	kg/ha	%	%	kg/ha	ton	ton
Gss_s	47	41	-13	-15	6	1612	1573
Gss_v	53	48	-10	-11	7	606	591
Gmb_o	29	21	-28	-32	4	822	812
Gmb_s	42	33	-22	-26	6	659	651
Gsk_o	18	14	-24	-31	4	956	904
Gsk_v	27	21	-22	-26	4	1231	1165
Gns	31	23	-27	-29	2	1114	1081
Ss	23	14	-40	-45	3	1844	1727
Ssk	26	18	-31	-35	2	546	503
<i>Medel / summa</i>	<i>30</i>	<i>22</i>	<i>-25</i>	<i>-29</i>	<i>4</i>	<i>9391</i>	<i>9008</i>

görs av organiskt kväve) i samtliga grödor, som högst 76 kg N/ha*år för höstraps 1985 (fig. 6, appendix 1:10). Mönstret är detsamma som där bara handelsgödsel används. Liksom i odlingssystemet med bara handelsgödsel så är det där betor och oljeväxter odlas som den största ökningen av markkvävet sker. För alla grödor utom vårraps ökar också uppbyggnadstakten för 1994 jämfört med 1985. Om stallgödsel sprids mer sällan än varje år i växtföljden minskar uppbyggnadshastigheten och närmar sig den för det handelsgödselade systemet. Uppbyggnaden av markkvävet utgörs till största delen av organiskt kväve från stallgödsel och en del är döda växtdelar.

Medelutlakning och bruttobelastning

Medelutlakningen av kväve per arealenhet åkermark minskade för hela området från 30 kg N/ha 1985 till 22 kg N/ha 1994 (tab. 24) vilket motsvarar ca 25%. För att beräkna förändringen av den mänskligt påverkbara delen av medelutlakningen (antropogena förändringen) har en bakgrundsutlakning subtraherats ifrån medelutlakningen. Här har bakgrundsläckaget antagits vara den utlakning som har beräknats för extensiv vall, dvs en vall som varken gödslas, skördas, betas eller bearbetas (tab. 24). Den antropogena minskningen av kväveutlakningen per arealenhet åkermark är således något större, för hela området ca 27%.

Variationen mellan utlakningsregioner var betydande, mellan 18 och 53 kg N/ha för 1985 och 14 och 48 kg N/ha för 1994 (tab. 24).

Lägsta medelutlakning finns i skogsbygderna där den mesta vallodlingen förekommer och i regionerna med lägsta avrinningen. Detta trots att en större andel av åkermarken i skogsbygderna får stallgödsel (tab. 20) vilket talar för högre arealkoefficienter. Resonemanget går att föra ner till gårdsnivå där de stallgödselade åkrarna kan få hög utlakning men medelutlakningen för gården blir lägre p g a vallodling. Högsta medelutlakningen finns i den sydvästliga utlakningsregionen, Gss_v där avrinningen är högst. Utlakningsminskningen mellan 1985 och 1994 varierade mellan 4 och 9 kg N/ha. Observera dock att den procentuella minskningen för en region beror mycket på utgångsnivån (1985) dvs att minskningen blir större procentuellt om utgångsutlakningen är låg. Till exempel minskar utlakningen i både Gss_s och Gsk_v med 6 kg N/ha men den procentuella minskningen är 13% för Gss_v och 22% för Gsk_v.

Den sammanlagda bruttobelastningen av kväve minskade för hela området från ca 77 000 ton 1985 till ca 55 000 ton för 1994 (tab. 25) vilket motsvarar ca 29% minskning. Anledningen till att denna minskning är procentuellt större än minskningen i medelutlakning är att också områdets totala åkerareal minskat (ca 4.5%; tab. 25) vilket påverkar bruttobelastningen men ej medelutlakningen. Minskningen av den antropogena delen av bruttobelastningen var ca 32%.

Bruttobelastningen av kväve varierar från nästan 11 000 ton kväve till drygt 3 000 ton mellan de nio olika utlakningsregionerna för 1994. Utlakningsregionen som står för den

Tabell 25. Bruttobelastning av kväve från åkermark för enskilda utlakningsregioner och för hela området (hela landet utom Norrland).

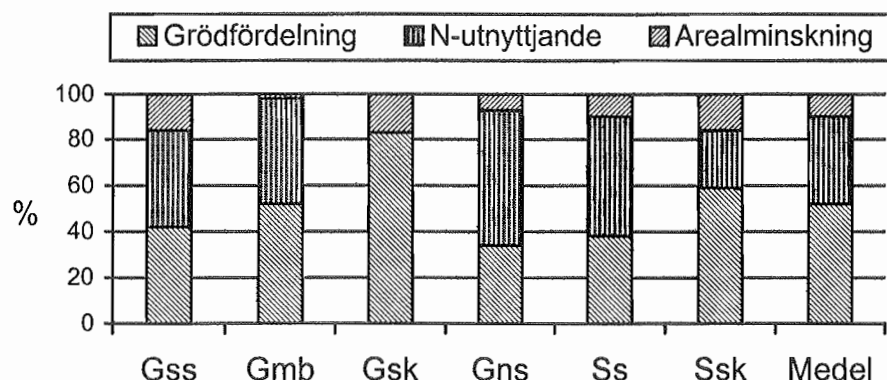
	Areal åker	Areal åker	Förändring av areal	1985	1994	Förändring	Antropogena förändringen
	ha (1985)	ha (1994)	%	ton kväve	ton kväve	%	%
Gss_s	273475	266840	-2.4	12795	10833	-15	-17
Gss_v	81687	79706	-2.4	4363	3846	-12	-13
Gmb_o	211357	208755	-1.2	6041	4299	-29	-33
Gmb_s	118888	117424	-1.2	5017	3855	-23	-26
Gsk_o	236329	223550	-5.4	4315	3101	-28	-35
Gsk_v	326359	308713	-5.4	8950	6564	-27	-30
Gns	464169	450218	-3.0	14449	10246	-29	-31
Ss	669994	627647	-6.3	15295	8646	-43	-49
Ssk	218721	201463	-7.9	5728	3619	-37	-40
Medel/summa	2 600 979	2 484 316	-4.5	76952	55008	-29	-32

största belastningen är inte den med mest åkerareal som är Ss utan är istället Gss där utlakningen per hektar är störst. Minsta belastningen står Ssk för som också har den minsta arealen åker. Liksom medelutlakningen har belastningen minskat mest från Ss och minst från Gss_v. Det finns tre anledningar till att bruttobelastningen av kväve minskat mellan 1985 och 1994: i) åkerarealen odlas med annan sammansättning av grödor företrädesvis mer vall och mindre spannmålsodling, ii) utlakningen för de enskilda grödorna (utlakningskoefficienterna) har minskat till följd av bättre kväveutnyttjande, iii) arealen åker i landet har minskat. Den relativa betydelsen av dessa förklaringar har beräknats (fig. 7) utifrån uppgifterna i tab. 24, 25 och en beräkning av utlakningen utifrån dels 1985 års utlakningskoefficienter med 1985 och 1994 års grödarealer och dels utifrån 1985 och 1994 års utlakningskoefficienter med 1985 års grödarealer, dvs utlakningsminskningen till följd av förändrad grödsammansättning respektive förändrade utlakningskoefficienter (appendix 1:1, 2, 3, 4). Nedan följer diskussion om dessa tre förklaringar till minskningen.

Förändrad grödsammansättning

Som genomsnitt för landet förklaras ca hälften av bruttobelastningsminskningen av en ändrad areell fördelning mellan olika grödor (fig. 7). Främst är det vallodlingen som ökat på spannmålsodlingens bekostnad. De regioner som detta fått störst betydelse för är i skogsbygderna Gsk och Ssk. Nästan hela belastnings-

minskningen i Gsk förklaras med ökad vallareal och minskad spannmålsareal. I de sex av landets åtta produktionsområden som beräkningarna utförts för har arealen vall ökat med i genomsnitt närmare 30 % under perioden 1985 till 1994. Ökningen av vallarealen har varierat mellan 17 och 50 % för de olika produktionsområdena. Procentuellt har vallarealen ökat mest i Ss och minst i skogsbygderna Gsk och Ssk. Att ökningen i Gsk är liten procentuellt sett beror på att arealen vall redan är så mycket större än i alla andra regioner. Huvudanledningen till att vallarealen ökat såpass kraftigt och spannmålsarealen samtidigt minskat är det politiska beslut som ledde till omställningsprogrammet "Omställning 90". Omställning 90:s syfte var att minska odlingen av spannmål i Sverige. Det produktionsområde där omställningen fått störst utbredning är Ss där närmare hälften av hela landets omställda areal återfinns och det är också där som andelen vall ökat mest procentuellt. Att en såpass stor del av belastningsminskningen har sin förklaring i omställningen kan betyda att belastningen kan öka igen när omställningsperioden tar slut. Om så blir fallet beror helt på vad den omställda marken kommer att användas till när omställningsperioden är över. Dock beror inte hela ökningen i vallareal på omställningen då även arealen konventionell slåttervall har ökat i alla de sex produktionsområdena under tio årsperioden. Som genomsnitt har arealen slåttervall ökat med ca 10 %.



Figur 7. Förklaringsgrad för de tre orsakerna till belastningsminskningen i de olika utlakningsregionerna (medelvärden av Gss_s & _v, Gmb_o _s, respektive Gsk_o & _v) och för hela området (medelvärde).

Bättre kväveutnyttjande

Som genomsnitt för landet förklaras ca 40% av bruttobelastningsminskningen av en minskning av utlakningskoefficienterna vilket kan tolkas som ett bättre kväveutnyttjande (fig. 7). Att kväveutnyttjandet ökar innebär i detta fall att kvoten tillfört kväve / bortfört kväve på fältnivå minskat. Dvs ökningen i kväveskörd mellan 1985 och 1994 motsvaras inte av en lika stor ökning av kvävegödslingen. Man får ut mer kväve per mängd kväve som man satt in i växtodlingen. Detta kan samtidigt innebära att man i högre grad än tidigare tär på markens mullförråd istället för att bygga upp detta. Anledningarna till att skördarna och växtnärsutnyttjandet hela tiden ökar står inte bara att finna inom växtnärsområdet. Växtförädlingskapar nya sjukdomsresistenta och högavkastande sorter, teknikutveckling, ökad kunskap och medvetenhet hos lantbrukaren är också viktiga faktorer som bidrar till ökade skördar (tab. 26).

Andelen av belastningsminskningen som kan förklaras med bättre kväveutnyttjande varierar mellan 0 och ca 60 % mellan de olika regionerna (fig. 7). Mest har kväveutnyttjandet ökat i Gns. Den enda region där kväveutnyttjandet som genomsnitt inte ökat är Götalands skogsbygder och i Ssk har ökningen av kväveutnyttjandet varit mindre än i övriga regioner. Anledningen till detta är huvudsakligen att det är i skogsbygderna (Gsk och Ssk) som ökningen av stallgödselgivorna varit störst samtidigt som andelen stallgödsad areal är som störst där. För Gsk har utlakningskoefficienterna ökat för de stallgödsade spannmålsgrödorna. Däremot har kväveutnyttjandet ökat för de handelsgöds-

lade spannmålsgrödorna i likhet med de andra regionerna. En ytterligare anledning till oförändrat växtnärsutnyttjande är att utlakningskoefficienterna för vall, som är i stort oförändrade mellan 1985 och 1994, får stor betydelse i skogsbygderna eftersom det är här som andelen vall är störst. Det är i slättbygderna Gss, Gns och Ss som bättre kväveutnyttjande fått störst betydelse. Det är i de bygderna som det finns flest rena växtodlingsföretag. Skördarna kommer sannolikt att fortsätta att öka även i framtiden som resultat av fortsatta förbättringar i odlingsteknik m m faktorer enligt diskussion ovan. Om kvävegödslingen fortsätter att vara konstant eller öka långsammare än bortförseln med skörd kommer trenden med ökat kväveutnyttjandet att kunna fortsätta.

Nedläggning av åkermark

Att åkermark läggs ned och inte längre räknas som åkermark enligt SCB definition är en delförklaring till minskningen i bruttobelastningen från åkermark. Som genomsnitt för hela området förklaras ca 10% av bruttobelastningsminskningen av en minskning av åkerarealen (fig. 7). I den del av landet som beräkningarna gjorts för dvs hela landet förutom Norrland, har åkerarealen minskat med ca 4,5 % eller nästan 120 000 ha (tabell 25). Det är en tydlig gradient från söder till norr där man kan se att arealnedläggelsen blir större ju längre norr ut man kommer. Man kan också se att arealen åker minskat mer i skogsbygderna än i de övriga regionerna. I Ssk har arealen åker minskat med nära 8%.

Tabell 26. Exempel på faktorer som kan ha ökat växtnäringsutnyttjandet och därmed minskat utlakningen för enskilda grödor mellan 1985 och 1995.

-
- Behovsanpassad kvävegödsling ger minskad risk för överdosering
 - Ändrade spridningstidpunkter för stallgödsel
 - Ändrad jordbearbetningsstrategi kan bli ge minskad packning och bättre betingelser för hög skörd
 - Nya sorter som är mer högavkastande, har bättre sjukdomsresistens och vinterhärdighet
 - Teknikutveckling kan ge fler möjligheter till optimala tidpunkter för sådd och skörd och minskar negativa läglighetseffekter
-

I Gss är minskningen samtidigt bara drygt 2 %.

Minskningen i belastning som kan förklaras av arealnedläggelse varierar mellan ca 0 och 15 % för de olika regionerna (fig. 7). Utlakningen blir något lägre på den mark som läggs ned ju längre norrut man kommer. Ändå har en betydande del av utlakningsminskningen förklarats av arealnedläggelse i de nordligare områdena och i skogsbygderna. I Gsk och Ssk förklaras drygt 15% av belastningsminskningen av mindre åkerareal.

Det är i Gmb som arealnedläggelsen varit minst, ca 1%, och ej heller bidragit nämnvärt till belastningsminskningen. Arealen åkermark har minskat kontinuerligt i landet under mycket lång tid och kommer förmodligen att fortsätta att göra det även i framtiden. Detta kommer att leda till fortsatt minskad belastning från jordbruket framöver förutsatt att utlakningen inte ökar från den mark som behålls som åkermark.

Referenser

- Haak, E. 1993. Skiftesanpassad gödsling och växtproduktion. Stencil, Avd. f. växtnärlingslära, SLU, Uppsala
- Jansson, P.-E. & Halldin, S., 1980. Model for annual water and energy flow in a layered soil. In *Comparison of Forest Water and Energy Exchange Models* (ed. S. Halldin), 145-163. International Society for Ecological Modelling, Copenhagen.
- Johnsson, H., Bergström, L., Jansson, P.-E. & Paustian, K. 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agric. Ecosystems Environ.* 18, 333-356.
- Mattsson, L. 1995. Markbördighet och jordart i svensk åkermark. SNV Rapport 4533.
- Rekolainen, S. (ed.) & Leek, R. 1996 (ed.) Regionalisation of erosion and nitrogen losses from agricultural land in Nordic countries. NMR rapport under tryckning.
- SCB 1985. Normskördar för skördeområden, län och riket år 1985. Statistiska meddelanden J 15 SM 8501.
- SCB 1986. Jordbruksstatistisk årsbok, 1986.
- SCB 1990. Gödselmedel i jordbruket 1987/88. Tillförsel till åkergrödor. Na 30 SM 9001.
- SCB 1991. Jordbruksstatistisk årsbok, 1991.
- SCB 1992. Gödselmedel i jordbruket 1990/91. Tillförsel till åkergrödor. Na 30 SM 9201
- SCB 1993. Naturmiljön i siffror. Fjärde utgåvan.
- SCB 1994 a. Gödselmedel i jordbruket 1992/93. Tillförsel till åkergrödor. Na 30 SM 9402.
- SCB 1994 b. Normskördar för skördeområden, län och riket 1994. Statistiska meddelanden J 15 SM 9401.
- SCB 1995 a. Danell, S., Omräkning av SCB:s gödselmedelsundersökningar för 1988 och 1993 till att avse 1985 resp 1994, Stencil.
- SCB 1995 b. Jordbruksstatistisk årsbok, 1995.
- SCB, 1996. Kväve och fosforbalanser för svensk åkermark och jordbrukssektor. Na 40 SM 9501.
- SMHI 1991, Temperaturen och nederbörden i Sverige 1961-90., Referensnormaler. SMHI Nr 81
- SNA, 1992. Sveriges Nationalatlas Förlag, Jordbruket.
- SNV, 1996 Kampen mot alger och miljögifter, Rapport 4561
- SNV, 1996 Kväve från land till hav. 121 s., Arbetsmaterial - Delredovisning,

Muntliga meddelanden

- Danell, S., 1995. Miljöprogrammet SCB, Stockholm.
- Funcke, O., SCB, Örebro
- Hagblad, L., SCB, Örebro
- Laurin, S., 1995. SMHI, Norrköping
- Rösiö, G., 1994 & 1995. Miljöprogrammet SCB, Stockholm.
- Olsson, K., 1996. Vattenskyddsenheten, SNV, Stockholm

Abstract

Calculations of nitrogen leaching from Swedish agricultural land 1985 and 1994 were made as a part of a project to investigate how far Sweden has reached with regard to the 50% reduction goal of nitrogen loads to the seas. The calculations, which were made by use of a simulation model, include agricultural land within the Baltic sea and the North sea catchment areas in Sweden. The area was divided into 9 "leaching regions" characterized by different climate, production and fertilization levels. Normal leaching rates were calculated for a number of combinations of different crops, soils and fertilization regimes. The normal leaching represents nitrogen leaching for a year with normal climate and the corresponding normal harvest. The calculations were made by using longer timeseries of weather data in combination with statistical data on normal harvests and fertilization rates. The calculated normal leaching was defined as rootzone leaching, i.e. all nitrogen passing the rootzone and consequently unavailable for plant uptake. The rootzone leaching can be regarded as the gross load of nitrogen from agricultural land before retention processes in groundwater and streams have taken place. The normal leaching rates were used to calculate mean nitrogen leaching and gross nitrogen loads in the different leaching regions. Statistical data on crop areas and to what extent these areas are fertilized or manured were used as basis for these calculations. An estimate of the coverage of different soils was made by using GIS.

Mean nitrogen leaching for the whole area was calculated to decrease from 30 kg N/ha during 1985 to 22 kg N/ha during 1994 which corresponds to a 25% reduction. The differences between different regions were considerable and varied between 14 and 48 kg N/ha during 1994. The lowest leaching rates were estimated for the forest districts and in regions having the lowest discharge rates. Gross load of nitrogen for the entire area decreased by 29%, from 77 000 tons during 1985 to 55 000 tons during 1994. There were three reasons to the reduction of nitrogen load between 1985 to 1994: i) the agricultural land had a different areal mix of crops, mainly more grass leys and less area of cereal crops in 1994; ii) normal leaching rates from single crops decreased due to increased nitrogen-use-efficiency; and iii) the total agricultural land area had decreased. The main reason for the decrease in the cereal crop area and the increase of grass leys was the result of the politically based program to decrease cereal cropping in Sweden: "omställning 90". Increased nitrogen efficiency have been achieved by steadily increasing crop harvests, whereas the fertilization rates have only increased slightly, i.e. more nitrogen is harvested than before in relation to applied fertilizer. About half of the reduction in gross nitrogen load from agricultural land was due to changed areal mix of crops, whereas about 40% was due to increased nitrogen efficiency and about 10% was due to the decrease in agricultural land.

Appendix 1

Tabell 1:1. Utläkningskoefficienter (kg N/ha) för odlingsystemet med bara handelsgödsel för alla grödor och regioner för 1985.

	Gss s			Gss sv			Gmb o			Gmb s			Gns			Gsk o			Gsk v			Ss			Ssk		
	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL
korn/havre	48	36	28	50	38	31	38	26	18	51	40	32	47	35	28	38	26	19	51	40	35	39	30	21	47	38	31
vårvete	54	42	34	55	43	37	-	-	-	-	-	-	45	32	25	-	-	-	-	-	-	41	31	21	-	-	-
höstvete	45	32	22	48	35	28	42	28	16	57	44	33	35	22	14	16	8	3	28	17	11	20	11	5	29	18	12
råg	48	36	27	49	38	32	26	15	8	39	28	20	27	18	11	-	-	-	-	-	-	11	7	2	-	-	-
betor	43	32	25	48	36	29	37	25	14	48	37	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potatis	52	40	26	55	43	30	29	17	9	44	31	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vall	11	8	2	11	8	2	8	4	2	10	7	2	7	4	1	7	5	2	10	7	2	5	4	2	7	4	1
höstraps	61	47	34	65	50	41	54	37	22	66	53	40	50	36	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
våraps	78	67	56	79	68	60	-	-	-	-	-	-	58	46	38	-	-	-	-	-	-	52	41	29	-	-	-
ext. vall	7	5	2	8	5	1	6	4	1	7	5	2	6	3	1	6	5	2	8	5	1	5	4	2	6	3	1

Tabell 1:2. Utläkningskoefficienter (kg N/ha) för odlingsystemet med handelsgödsel för alla grödor och regioner för 1994.

	Gss s			Gss sv			Gmb o			Gmb s			Gns			Gsk o			Gsk v			Ss			Ssk		
	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL
korn/havre	46	34	26	48	36	28	32	21	13	44	33	26	38	25	17	33	22	14	47	35	29	30	21	14	42	33	27
vårvete	36	26	19	39	27	22	-	-	-	-	-	-	30	16	9	-	-	-	-	-	-	24	16	9	-	-	-
höstvete	33	21	12	35	23	17	22	11	4	35	23	14	28	15	7	11	7	2	18	11	3	18	10	4	25	14	7
råg	48	37	27	50	39	32	26	14	8	40	27	20	23	14	6	-	-	-	-	-	-	13	7	3	-	-	-
betor	37	26	18	43	31	22	30	19	10	40	30	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potatis	47	30	18	50	34	21	28	15	9	42	26	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vall	11	5	2	11	5	2	8	5	2	11	8	2	8	4	1	7	5	2	11	7	2	5	4	2	7	4	1
höstraps	56	42	30	65	46	37	46	29	15	57	44	32	61	46	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
våraps	78	67	56	79	68	60	-	-	-	-	-	-	68	58	48	-	-	-	-	-	-	58	46	33	-	-	-
ext. vall	7	5	2	8	5	1	6	4	1	7	5	2	6	3	1	6	5	2	8	5	1	5	4	2	6	3	1

Tabell 1:3. Utläkningskoefficienter (kg N/ha) för odlingsystemet med handels- och stallgödsel för alla grödor och regioner för 1985.

	Gss s			Gss sv			Gmb o			Gmb s			Gns			Gsk o			Gsk v			Ss			Ssk		
	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL
korn/havre	85	72	60	87	73	65	72	57	43	88	75	64	84	70	58	64	50	37	80	67	60	77	63	46	80	68	58
vårvete	69	57	46	73	58	49	-	-	-	-	-	-	58	40	26	-	-	-	-	-	-	62	48	34	-	-	-
höstvete	75	60	45	78	64	53	73	54	34	90	75	58	73	58	44	45	30	16	62	49	40	40	26	13	37	26	22
råg	87	72	57	90	76	65	44	30	17	59	46	34	44	30	17	-	-	-	-	-	-	18	11	3	-	-	-
betor	104	91	72	109	95	86	86	68	45	102	88	70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potatis	80	66	53	84	70	57	45	32	18	64	50	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vall	14	9	3	14	9	3	7	4	2	12	8	2	11	4	1	7	5	2	11	8	2	5	4	2	6	3	1
höstraps	49	34	23	54	37	28	62	46	27	80	65	49	66	50	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
våraps	72	60	50	73	61	54	-	-	-	-	-	-	56	40	29	-	-	-	-	-	-	48	37	24	-	-	-
ext. vall	7	5	2	8	5	1	6	4	1	7	5	2	6	3	1	6	5	2	8	5	1	5	4	2	6	3	1

Tabell 1:4. Utläkningskoefficienter (kg N/ha) för odlingsystemet med handels- och stallgödsel för alla grödor och regioner för 1994.

	Gss s			Gss sv			Gmb o			Gmb s			Gns			Gsk o			Gsk v			Ss			Ssk		
	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL	Sa	LL	SL
korn/havre	76	62	50	80	65	54	65	50	36	80	67	56	60	43	31	68	53	40	84	71	64	52	40	28	72	61	51
vårvete	66	52	41	70	54	46	-	-	-	-	-	-	36	19	11	-	-	-	-	-	-	34	23	14	-	-	-
höstvete	74	59	43	76	62	51	55	38	20	72	57	42	58	42	30	50	34	18	68	54	45	36	22	10	58	45	34
råg	78	64	49	81	67	57	33	20	9	47	35	23	36	23	7	-	-	-	-	-	-	17	11	3	-	-	-
betor	85	72	61	89	75	68	64	48	30	78	65	51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
potatis	81	67	55	85	71	58	60	47	34	78	65	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
vall	41	20	14	44	34	23	7	5	2	23	9	3	35	26	12	7	5	2	18	9	2	5	4	2	7	4	1
höstraps	97	81	63	103	86	73	74	54	32	89	74	57	93	76	59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
våraps	144	130	113	147	133	120	-	-	-	-	-	-	109	96	81	-	-	-	-	-	-	44	33	22	-	-	-
ext. vall	7	5	2	8	5	1	6	4	1	7	5	2	6	3	1	6	5	2	8	5	1	5	4	2	6	3	1

Tabell 1:5. Beräknad kväveskörd (kg N/ha) för 1985 respektive 1994 för de olika grödorna i samtliga regioner. Siffror i kg N/ha. Simulerad kväveskörd inom parentes.

	Gss		Gmb		Gsk		Gns		Ss		Ssk	
	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994
Korn/havre ¹	87 (87)	94 (94)	77 (79)	85 (83)	65 (66)	68 (71)	79 (80)	88 (88)	70 (70)	78 (79)	60 (60)	68 (68)
Vårvete	104 (103)	120 (121)	-	-	-	-	90 (90)	102 (97)	84 (85)	96 (95)	-	-
Höstvete	122 (122)	136 (134)	102 (103)	117 (116)	96 (92)	110 (99)	109 (108)	123 (120)	99 (100)	110 (109)	90 (89)	106 (103)
Råg	76 (76)	81 (82)	69 (72)	77 (79)	-	-	73 (71)	83 (80)	68 (64)	74 (72)	-	-
Socketbetor	97 (96)	101 (101)	109 (108)	114 (113)	-	-	-	-	-	-	-	-
Potatis	120 (118)	133 (130)	116 (110)	127 (102)	-	-	-	-	-	-	-	-
Vall, hgm	172 (153)	180 (161)	156 (141)	167 (146)	140 (115)	159 (134)	152 (147)	172 (173)	141 (120)	157 (139)	125 (112)	139 (129)
Vall, stg	172 (187)	180 (201)	156 (159)	167 (176)	140 (135)	159 (165)	152 (151)	172 (169)	141 (125)	157 (145)	125 (93)	139 (108)
Höstraps	104 (104)	108 (110)	92 (93)	96 (95)	-	-	87 (88)	90 (90)	-	-	-	-
Våraps	69 (70)	64 (65)	-	-	-	-	71 (72)	66 (66)	65 (66)	60 (61)	-	-
medel	106	113	103	112	100	112	94	103	88	96	92	104

1 Sammanvägt av arealerna korn och havre

Tabell 1:6. Beräknat (ej simulerat) totalupptag av kväve (kg N/ha) i hela växten för 1985 respektive 1994 för de olika grödorna i samtliga regioner. Siffror i kg N/ha.

	Gss		Gmb		Gsk		Gns		Ss		Ssk	
	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994
Korn	151	166	131	145	112	120	135	152	121	136	102	115
Vårvete	195	225	-	-	-	-	168	191	154	175	-	-
Höstvete	224	250	176	202	175	199	194	220	175	198	160	188
Råg	146	156	129	144	-	-	148	169	135	146	-	-
Socketbetor	241	255	230	241	-	-	-	-	-	-	-	-
Potatis	214	231	207	226	-	-	-	-	-	-	-	-
Vall	313	327	284	304	255	289	276	313	256	285	227	253
Höstraps	218	226	192	200	-	-	196	204	-	-	-	-
Våraps	144	134	-	-	-	-	160	149	146	135	-	-
medel	205	219	193	209	181	203	182	200	164	179	163	185

Tabell 1:7. Normskördar i kg/ha för de olika grödorna.

	Gss		Gmb		Gsk		Gns		Ss		Ssk	
	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994	1985	1994
Korn	4 540	4 949	3 638	4 072	3027	3435	4 119	4 634	3 890	4 395	3 057	3 421
Vårvete	5 066	5 836	4 544	5 283	-	-	4 306	4 909	4 176	4 807	-	-
Höstvete	6 182	6 919	4 951	5 695	4810	5471	5 519	6 284	4 972	5 605	4 580	5 381
Råg	4 375	4 674	3 574	4 026	-	-	4 294	4 877	3 801	4 147	-	-
Socketbetor	44 088 ¹	46 376 ¹	41 801 ¹	43 970 ¹	-	-	-	-	-	-	-	-
Potatis	34 369	38 036	33 173	36 388	-	-	30 435	34 364	22 887	26 090	-	-
Vall	8 220	8 643	7 486	8 003	7 145	7 625	7 332	8 237	6 735	7 544	5 971	6 636
Höstraps	3 095 ¹	3 220 ¹	2 742 ¹	2 853 ¹	-	-	2 577 ¹	2681 ¹	-	-	-	-
Våraps	2 045 ¹	1 891 ¹	-	-	-	-	2 118 ¹	1 959 ¹	1 933 ¹	1 788 ¹	-	-

1. Normskörden för 1994 har räknats ut genom att summerna normskörden i skördeområdena som ingår i produktionsområdet och ta ett aritmetiskt medelvärde . Normskörden för 1985 har räknats ut genom att antaga att förhållandet mellan normskörden för riket och för produktionsområdet har varit detsamma för både 1985 och 1994.

Tabell 1:8. Tidpunkter för sådd och skörd uppskattade från jordbruksstatistisk årsbok..

	Gss		Gmb		Gsk		Gns		Ss		Ssk	
	sådd	skörd	sådd	skörd	sådd	skörd	sådd	skörd	sådd	skörd	sådd	skörd
Korn	15 april	19 aug.	18 april	20 aug.	20 april	25 aug.	22 april	28 aug.	29 april	29 aug.	2 maj	31 aug.
Vårvete	30 april	4 sept.	-	-	-	-	22 april	28 aug.	5 maj	8 sept.	-	-
Höstvete	13 sept.	1 sept.	20 sept.	25 aug.	13 sept.	4 sept.	12 sept.	4 sept.	12 sept.	1 sept.	17 sept.	7 sept.
Råg	19 sept.	20 aug.	19 sept.	16 aug.	-	-	10 sept.	18 aug.	4 sept.	16 aug.	-	-
Socketbetor	20 april	1 nov.	20 april	1 nov.	-	-	-	-	-	-	-	-
Potatis	27 april	19 sept.	6 maj	20 sept.	-	-	-	-	-	-	-	-
Vall	-	15 jun+15 aug	-	15 jun+15 aug	-	15 jun+15 aug	-	20 jun+20 aug	-	20 jun+20 aug	-	20 jun+20 aug
Höstraps	20 aug.	5 aug.	17 aug.	7 aug.	-	-	28 aug.	17 aug.	-	-	-	-
Våraps	30 april	4 sept.	-	-	-	-	29 april	29 aug.	5 maj	8 sept.	-	-

Tabell 1:9. Tillfört och bortfört kväve, kvävebalans med förändring av markens kväveinnehåll. Odlingssystemet med bara handelsgödsel, 1985 och 1994.

	korn	vvete	hvete	råg	betor	pot	vall	hraps	vraps	korn	vvete	hvete	råg	betor	pot	vall	hraps	vraps
<i>gss s tillförsel</i>	119	163	180	116	167	147	168	197	152	127	173	184	127	169	151	178	202	144
<i>bortförsel</i>	123	145	154	112	128	158	161	151	137	128	147	155	119	127	160	166	152	132
förändring av org.-N	-5.9	14.3	26.0	-0.1	37.2	-16.6	8.0	36.5	8.8	-2.4	26.0	27.0	3.6	41.2	-13.1	13.4	41.3	5.1
förändring av total-N	-5	16	28	2	37	-14	5	44	14	-2	25	26	6	41	-11	9	48	11
<i>gss sv tillförsel</i>	120	164	181	117	168	148	169	198	153	128	174	185	128	170	152	179	203	145
<i>bortförsel</i>	124	146	157	114	131	159	162	154	138	129	147	156	121	130	160	167	156	133
förändring av org.-N	-5.3	15.3	26.7	0.4	35.1	-16.0	9.0	37.6	9.8	-1.8	26.9	27.5	4.1	39.0	-12.6	13.3	42.4	6.1
förändring av total-N	-6	15	26	0	34	-14	6	42	13	-3	25	25	4	38	-11	9	46	9
<i>gmb o tillförsel</i>	105	-	149	94	154	126	143	182	-	105	-	144	105	154	111	167	176	-
<i>bortförsel</i>	105	-	131	87	133	127	145	130	-	104	-	127	93	132	117	148	124	-
förändring av org.-N	-3.0	-	10.0	6.3	16.0	-5.4	1.5	39.2	-	-0.6	-	15.3	11.2	19.0	-8.2	17.5	41.7	-
förändring av total-N	-2	-	15	5	19	-4	-3	50	-	-1	-	14	10	20	-7	14	49	-
<i>gmb s tillförsel</i>	107	-	151	96	156	128	145	184	-	107	-	146	107	156	113	169	178	-
<i>bortförsel</i>	119	-	147	100	145	141	144	146	-	117	-	140	106	144	130	162	140	-
förändring av org.-N	-14.2	-	-2.6	-5.0	5.0	-16.8	2.8	28.3	-	-11.8	-	4.5	-1.3	8.8	-19.3	8.1	29.6	-
förändring av total-N	-13	-	1	-5	8	-15	0	36	-	-12	-	4	-1	10	-18	5	36	-
<i>gsk o tillförsel</i>	88	-	111	-	-	-	123	-	-	90	-	121	-	-	-	150	-	-
<i>bortförsel</i>	92	-	100	-	-	-	120	-	-	93	-	106	-	-	-	139	-	-
förändring av org.-N	-6.7	-	11.6	-	-	-	6.5	-	-	-4.2	-	15.4	-	-	-	13.4	-	-
förändring av total-N	-6	-	9	-	-	-	2	-	-	-5	-	12	-	-	-	9	-	-
<i>gsk v tillförsel</i>	91	-	114	-	-	-	126	-	-	93	-	124	-	-	-	153	-	-
<i>bortförsel</i>	107	-	113	-	-	-	130	-	-	107	-	117	-	-	-	149	-	-
förändring av org.-N	-17.1	-	1.5	-	-	-	-2.3	-	-	-14.7	-	8.2	-	-	-	5.3	-	-
förändring av total-N	-18	-	-1	-	-	-	-6	-	-	-16	-	5	-	-	-	2	-	-
<i>gns tillförsel</i>	117	139	150	105	-	-	168	169	157	118	133	163	117	-	-	207	186	157
<i>bortförsel</i>	115	122	130	89	-	-	151	124	118	113	113	135	94	-	-	177	136	124
förändring av org.-N	0.7	16.2	18.6	17.0	-	-	19.1	33.9	34.7	4.4	20.6	30.1	24.5	-	-	30.4	35.3	28.2
förändring av total-N	0	15	16	15	-	-	15	36	36	3	19	27	22	-	-	26	40	31
<i>ss tillförsel</i>	108	139	132	78	-	-	134	-	144	109	132	144	94	-	-	164	-	144
<i>bortförsel</i>	100	116	111	71	-	-	124	-	107	100	111	119	79	-	-	143	-	107
förändring av org.-N	-1.1	12.6	17.5	10.2	-	-	13.3	-	20.1	5.1	19.2	28.9	16.9	-	-	23.2	-	16.1
förändring av total-N	7	22	18	7	-	-	9	-	36	8	19	28	14	-	-	19	-	35
<i>ssk tillförsel</i>	87	-	115	-	-	-	118	-	-	94	-	133	-	-	-	143	-	-
<i>bortförsel</i>	98	-	107	-	-	-	116	-	-	101	-	117	-	-	-	133	-	-
förändring av org.-N	-12.1	-	9.9	-	-	-	5.8	-	-	-7.1	-	17.7	-	-	-	12.9	-	-
förändring av total-N	-13	-	7	-	-	-	1	-	-	-8	-	14	-	-	-	8	-	-

Tabell 1:10. Tillfört och bortfört kväve, kvävebalans med förändring av markens kväveinnehåll. Odlingssystemet med handels- och stallgödsel, 1985 och 1994

	korn	vvete	hvete	råg	betor	pot	vall	hraps	vraps	korn	vvete	hvete	råg	betor	pot	vall	hraps	vraps
<i>gss s tillförsel</i>	184	199	236	183	266	204	226	194	161	183	230	257	183	251	220	279	278	243
<i>bortförsel</i>	159	159	182	148	189	186	196	136	129	156	174	192	146	174	200	221	191	195
förändring av org.-N	15.2	34.0	39.7	20.8	65.4	7.9	28.1	51.4	23.5	20.0	49.7	51.3	25.2	68.7	12.5	48.1	62.2	28.9
förändring av total-N	22	39	50	32	75	16	26	57	29	25	54	62	35	75	21	51	79	45
<i>gss sv tillförsel</i>	185	200	237	184	267	205	227	195	162	184	231	258	184	252	221	280	274	244
<i>bortförsel</i>	160	159	186	152	193	187	193	139	131	157	175	196	149	177	201	228	196	198
förändring av org.-N	17.3	35.3	40.8	21.6	65	8.9	32.5	51.6	25.9	21.0	51.2	52.5	26.0	68.2	13.5	42.4	63.6	30.3
förändring av total-N	22	38	47	29	71	15	30	54	29	24	54	59	32	72	20	45	75	43
<i>gmb o tillförsel</i>	169	-	209	134	246	182	201	218	-	169	-	209	130	224	210	226	236	-
<i>bortförsel</i>	136	-	157	101	176	152	163	138	-	134	-	154	97	162	173	181	149	-
förändring av org.-N	19.7	-	28.9	23.4	44.2	21	37.4	60	-	24.4	-	40.5	26.8	43.7	24.9	45.0	65.1	-
förändring av total-N	31	-	47	30	68	28	33	76	-	33	-	53	30	59	35	41	85	-
<i>gmb s tillförsel</i>	171	-	211	136	248	184	203	220	-	171	-	211	132	226	212	228	238	-
<i>bortförsel</i>	154	-	178	117	197	168	171	158	-	151	-	173	112	180	191	190	170	-
förändring av org.-N	7.0	-	15.0	11.0	32.7	6.7	30.0	46.9	-	10.5	-	26.2	14.4	32.2	11.4	35.5	51.5	-
förändring av total-N	15	-	28	16	50	13	28	59	-	17	-	35	18	44	19	34	66	-
<i>gsk o tillförsel</i>	140	-	167	-	-	-	166	-	-	150	-	199	-	-	-	213	-	-
<i>bortförsel</i>	116	-	125	-	-	-	140	-	-	123	-	144	-	-	-	170	-	-
förändring av org.-N	13.0	-	29.8	-	-	-	27.8	-	-	15.3	-	42.0	-	-	-	41.4	-	-
förändring av total-N	21	-	38	-	-	-	24	-	-	25	-	52	-	-	-	38	-	-
<i>gsk v tillförsel</i>	143	-	170	-	-	-	169	-	-	153	-	202	-	-	-	216	-	-
<i>bortförsel</i>	134	-	145	-	-	-	151	-	-	141	-	164	-	-	-	183	-	-
förändring av org.-N	1.7	-	16.7	-	-	-	17.6	-	-	5.0	-	28.4	-	-	-	31.4	-	-
förändring av total-N	5	-	20	-	-	-	15	-	-	9	-	33	-	-	-	29	-	-
<i>gns tillförsel</i>	179	164	220	139	-	-	184	204	159	156	86	223	136	-	-	246	244	225
<i>bortförsel</i>	150	128	167	98	-	-	155	138	110	130	79	164	94	-	-	195	166	162
förändring av org.-N	19.7	30.0	45.3	35.2	-	-	29.4	57.2	44.8	21.6	5.1	46.8	37.2	-	-	43.6	63.9	49.2
förändring av total-N	27	33	52	39	-	-	25	63	47	25	5	51	41	-	-	45	75	61
<i>ss tillförsel</i>	183	188	185	97	-	-	152	-	152	161	158	194	98	-	-	180	-	136
<i>bortförsel</i>	133	133	125	72	-	-	129	-	102	120	117	130	73	-	-	149	-	94
förändring av org.-N	19.3	31.3	42.9	22.2	-	-	25.7	-	33.7	24.2	34.3	44.4	23.2	-	-	32.9	-	28.4
förändring av total-N	49	54	62	23	-	-	21	-	49	41	40	61	24	-	-	29	-	40
<i>ssk tillförsel</i>	142	-	148	-	-	-	94	-	-	147	-	193	-	-	-	119	-	-
<i>bortförsel</i>	128	-	119	-	-	-	99	-	-	129	-	151	-	-	-	112	-	-
förändring av org.-N	5.0	-	30.3	-	-	-	1.8	-	-	11.2	-	33.3	-	-	-	11.1	-	-
förändring av total-N	11	-	31	-	-	-	-3	-	-	16	-	37	-	-	-	6	-	-

Tabell 1:11. Jordartsvägd medelutlakning för var och en av grödorna i regionerna i det handelsgödslade odlingsystemet för 1985.

	Gss s	Gss v	Gmb o	Gmb s	Gsk o	Gsk v	Gns	Ss	Ssk
k+h+bl.s	41	48	28	43	24	39	33	25	36
vv	47	53	-	-	-	-	30	25	-
hv	38	46	29	48	7	16	20	7	17
råg	41	47	17	31	-	-	16	4	-
s.b.	37	46	26	40	-	-	-	-	-
pot.	45	53	19	35	-	-	-	-	-
vall	9	10	5	8	4	5	3	3	3
h.r.	53	62	39	57	-	-	32	-	-
v.r.	72	77	-	-	-	-	44	34	-

Tabell 1:12. Jordartsvägd medelutlakning för var och en av grödorna i regionerna i det stall- och handelsgödslade odlingsystemet för 1985.

	Gss s	Gss v	Gmb o	Gmb s	Gsk o	Gsk v	Gns	Ss	Ssk
k+h+bl.s	78	84	58	79	46	66	66	53	65
vv	62	70	-	-	-	-	35	40	-
hv	67	75	55	79	26	47	53	18	25
råg	79	87	31	50	-	-	25	6	-
s.b.	97	106	68	92	-	-	-	-	-
pot.	72	81	33	54	-	-	-	-	-
vall	11	13	4	9	4	6	4	3	2
h.r.	41	51	46	69	-	-	46	-	-
v.r.	65	71	-	-	-	-	37	29	-

Tabell 1:13. Jordartsvägd medelutlakning för 1985 för var och en av grödorna i regionerna. Siffrorna är även viktade för hur stor andel av arealen som får handels- respektive stallgödsel. Dvs en sammanviktning av tabell 1:11 och 1:12.

	Gss s	Gss v	Gmb o	Gmb s	Gsk o	Gsk v	Gns	Ss	Ssk
k+h+bl.s	49	56	40	57	34	52	42	29	45
vv	49	55	-	-	-	-	31	27	-
hv	42	50	37	57	13	27	25	10	19
råg	47	53	21	36	-	-	18	4	-
s.b.	67	77	55	76	-	-	-	-	-
pot.	59	67	29	48	-	-	-	-	-
vall	10	12	5	8	4	6	3	3	3
h.r.	51	61	41	61	-	-	37	-	-
v.r.	71	76	-	-	-	-	42	33	-

Tabell 1:14. Jordartsvägd medelutlakning för var och en av grödorna i regionerna i det handelsgödslade odlingsystemet för 1994.

	Gss s	Gss v	Gmb o	Gmb s	Gsk o	Gsk v	Gns	Ss	Ssk
k+h+bl.s	39	46	23	36	20	34	23	17	31
vv	30	37	-	-	-	-	14	12	-
hv	26	33	13	26	5	9	13	6	12
råg	42	48	16	31	-	-	11	5	-
s.b.	31	41	20	33	-	-	-	-	-
pot.	38	47	18	30	-	-	-	-	-
vall	8	10	5	9	4	5	3	3	3
h.r.	48	62	31	48	-	-	42	-	-
v.r.	72	77	-	-	-	-	54	38	-

Tabell 1:15. Jordartsvägd medelutlakning för var och en av grödorna i regionerna i det stall- och handelsgödslade odlingsystemet för 1994.

	Gss s	Gss v	Gmb o	Gmb s	Gsk o	Gsk v	Gns	Ss	Ssk
k+h+bl.s	68	77	51	71	49	70	39	33	58
vv	58	67	-	-	-	-	17	18	-
hv	66	73	39	61	29	52	38	15	42
råg	70	78	21	38	-	-	16	6	-
s.b.	78	86	49	69	-	-	-	-	-
pot.	73	82	48	69	-	-	-	-	-
vall	29	42	5	13	4	7	20	3	3
h.r.	88	100	55	78	-	-	70	-	-
v.r.	136	144	-	-	-	-	90	26	-

Tabell 1:16. Jordartsvägd medelutlakning för 1985 för var och en av grödorna i regionerna. Siffrorna är även viktade för hur stor andel av arealen som får handels- respektive stallgödsel. Dvs en sammanvikning av tabell 1:14 och 1:15.

	Gss s	Gss v	Gmb o	Gmb s	Gsk o	Gsk v	Gns	Ss	Ssk
k+h+bl.s	46	53	34	49	34	51	27	19	40
vv	33	40	-	-	-	-	15	13	-
hv	32	39	21	37	14	24	17	8	21
råg	46	52	18	33	-	-	12	5	-
s.b.	55	64	40	57	-	-	-	-	-
pot.	56	65	39	57	-	-	-	-	-
vall	19	27	5	11	4	6	10	3	3
h.r.	54	67	39	58	-	-	53	-	-
v.r.	83	88	-	-	-	-	62	37	-

Appendix 2: Använda parametrar i SOIL och SOILN modellen.

Parameterisering av SOILN modellen

Tabell 2:1. Switchar

ADDSIM	OFF	AVERAGED	ON	AVERAGEG	ON
AVERAGET	ON	AVERAGEX	ON	CHAPAR	OFF
DENDIST	0	DRIVCROP	0	DRIVEX	0
DRIVMANA	0	DRIVPG	ON	GROWTH	OFF
GWFLOW	OFF	INSTATE	ON	LISALLV	ON
MANURE	ON/OFF	OUTFORN	OFF	OUTSTATE	OFF
ROOTDIST	3	SPECIAL	OFF	TEMPR	ON
VALIDPG	OFF				

Tabell 2:2. Extern tillförsel; gödsling och deposition.

DEPDY	TABELL 2:14	DEPWC	TABELL 2:14	FERDAY	TABELL 1:8
FERK	0.15	FERN	TABELL 7-10	GWCONC	3

Tabell 2:3 . Stallgödselspridning

CNBED	30	CNFEC (1)	20	MANDEPTH	-0.25
MANET (1)	TABELL 1:8	MANFN (1)	TABELL 13-16	MANLN (1)	0
MANNH (1)	TABELL 13-16	MANST (1)	TABELL 1:8	MANST (2)	TABELL 1:8

Tabell 2:4. Mineralisering och immobilisering

CNORG	10	HUMK	5e-005	LITEFF	0.5
LITHF	0.2	LITK	0.035	NITK	0.2
NITR	8				

Tabell 2:5. Markfukt respons.

MOS (1)	TABELL 2:13	MOS (2)	TABELL 2:13	MOSM	1
MOSSA	0.6				

Tabell 2:6. Mark temperatur respons.

TEMBAS	20	TEMQ10	2
--------	----	--------	---

Tabell 2:7. Denitrifikation

DEND	2	DENHS	10	DENPOT	0.04
DFRAC (1)	1	DFRAC (2)	0	DFRAC (3)	0
DFRAC (4)	0	DFRAC (5)	0	DFRAC (6)	0
DFRAC (7)	0	DFRAC (8)	0	DFRAC (9)	0
DFRAC (10)	0	MOSDEN	17		

Tabell 2:8. Mark profilen

NUMLAY	5	THICK (1)	0.25	THICK (2)	0.25
THICK (3)	0.25	THICK (4)	0.25	THICK (5)	1
UNUM	1	UPROF	898		

Tabell 2:9. Vattendrag

CONPOT	0
--------	---

Tabell 2:10. Jordbearbetning

PLOUGHDAY	TABELL 2:17	PLOUGHDEP	-0.25
-----------	-------------	-----------	-------

Tabell 2:11. Kväveupptag och tillväxt.

CNARES	TABELL 2:16	CNROOT	25	HARAR	TABELL 2:16
HARHP (1)	TABELL 2:16	HARLR (1)	TABELL 2:16	UPA (1)	Tabell 16 Appendix 1
UPB	TABELL 2:16	UPC	TABELL 2:16	UPET (1)	TABELL 2:16
UPMA	0.08	UPMOV	1	UPST (1)	TABELL 2:16
UPST	TABELL 2:16				

Tabell 2:12. Rotutveckling

RFRACLOW	0.05	ROOTDEP (1)	TABELL 2:18	ROOTDEP (2)	TABELL 2:18
ROOTDEP (3)	TABELL 2:18	ROOTDEP (4)	TABELL 2:18	ROOTDEP (5)	TABELL 2:18
ROOTT (1)	TABELL 2:18	ROOTT (2)	TABELL 2:18	ROOTT (3)	TABELL 2:18
ROOTT (4)	TABELL 2:18	ROOTT (5)	TABELL 2:18	ROOTT(6)	TABELL 2:18

Tabell 2:13. Fuktrespons

	sand	lätt lera	styv lera
MOS 1	10	20	10
MOS 2	22	4	4

Tabell 2:14. Använda värden på torr- och våtdeposition.

	Depdry g N/m ² * dag	Depwc mg/l
Gss	0.002	1.6
Gmb	0.002	1.6
Gns	0.001	1.2
Gsk	0.0015	1.4
Ss	0.0005	0.9
Ssk	0.0005	0.8

Tabell 2:15 . Maximala rotdjup för de olika grödorna

	sand	lättlera	styv lera
vårstråsäd + våröljeväxter	0.6	0.8	1.0
höststråsäd	0.8	1.0	1.2
höstraps	0.9	1.1	1.3
betor	0.8	1.0	1.2
potatis	0.7	0.8	1.0
vall	0.8	1.0	1.4

Tabell 2:16. Använda parametervärden på kväveupptag och tillväxt.

Gss	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	vårraps
UPC (1)	0.08	0.07	0.09	0.12	0.05	0.06	0.05	0.13	0.09
UPC (2)	-	-	0.04	0.06	-	-	0.05	0.06	-
UPC (3)	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-
UPB (1)	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.7	0.3	0.07	0.05
UPB (2)	-	-	1.4	0.5	-	-	4	0.5	-
UPB (3)	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CNARES	50	50	50	50	20	20	50	40	40
HARLR (1)	0	0	0.8	1	0	0	0.3	10	0
HARLR (2)	-	-	0	0	-	-	0.3	0	-
HARLR (3)	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
HARHP (1)	0.57	0.53	0	0	0.33	0.57	0.47	0	0.44
HARHP (2)	-	-	0.54	0.52	-	-	0.47	0.44	-
HARHP (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
HARAR (1)	0.23	0.27	0	0	0.47	0.3	0	0	0.36
HARAR (2)	-	-	0.26	0.28	-	-	0	0.36	-
HARAR (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
UPST (1)	117	132	268	274	124	131	80	244	132
UPST (2)	-	-	100	100	-	-	167	87	-
UPST (3)	-	-	0	0	-	-	228	0	-
UPET (1)	231	247	364	364	305	248	166	364	247
UPET (2)	-	-	244	232	-	-	227	217	-
UPET (3)	-	-	-	-	-	-	364	-	-
Gmb	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	vårraps
UPC (1)	0.07	-	0.09	0.12	0.04	0.07	0.05	0.13	-
UPC (2)	-	-	0.04	0.04	-	-	0.05	0.06	-
UPC (3)	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-
UPB (1)	0.4	-	0.4	0.4	0.4	0.7	0.3	0.07	-
UPB (2)	-	-	0.5	0.5	-	-	4	0.5	-
UPB (3)	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CNARES	50	-	50	50	20	20	50	40	-
HARLR (1)	0	-	1	1	0	0	0.3	10	-
HARLR (2)	-	-	0	0	-	-	0.3	0	-
HARLR (3)	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
HARHP (1)	0.59	-	0	0	0.47	0.56	0.47	0	-
HARHP (2)	-	-	0.58	0.53	-	-	0.47	0.44	-
HARHP (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
HARAR (1)	0.21	-	0	0	0.33	0.29	0	0	-
HARAR (2)	-	-	0.22	0.27	-	-	0	0.36	-
HARAR (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
UPST (1)	120	-	275	274	124	140	83	242	-
UPST (2)	-	-	103	103	-	-	167	92	-
UPST (3)	-	-	0	0	-	-	228	0	-
UPET (1)	232	-	364	364	305	249	166	364	-
UPET (2)	-	-	237	228	-	-	227	219	-
UPET (3)	-	-	-	-	-	-	364	-	-

Tabell 2:16. Använda parametervärden på kväveupptag och tillväxt.

Gsk	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
UPC (1)	0.08	-	0.09	-	-	-	0.05	-	-
UPC (2)	-	-	0.04	-	-	-	0.05	-	-
UPC (3)	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-
UPB (1)	0.4	-	0.4	-	-	-	0.3	-	-
UPB (2)	-	-	0.5	-	-	-	4	-	-
UPB (3)	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CNARES	50	-	50	-	-	-	50	-	-
HARLR (1)	0	-	1	-	-	-	0.3	-	-
HARLR (2)	-	-	0	-	-	-	0.3	-	-
HARLR (3)	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
HARHP (1)	0.58	-	0	-	-	-	0.47	-	-
HARHP (2)	-	-	0.55	-	-	-	0.47	-	-
HARHP (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
HARAR (1)	0.22	-	0	-	-	-	0	-	-
HARAR (2)	-	-	0.25	-	-	-	0	-	-
HARAR (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
UPST (1)	124	-	268	-	-	-	88	-	-
UPST (2)	-	-	108	-	-	-	167	-	-
UPST (3)	-	-	0	-	-	-	228	-	-
UPET (1)	237	-	364	-	-	-	166	-	-
UPET (2)	-	-	247	-	-	-	227	-	-
UPET (3)	-	-	-	-	-	-	364	-	-
Gns	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
UPC (1)	0.08	0.08	0.09	0.09	-	-	0.05	0.13	
UPC (2)	-	-	0.04	0.04	-	-	0.05	0.06	-
UPC (3)	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-
UPB (1)	0.4	0.4	0.4	0.4	-	-	0.3	0.07	
UPB (2)	-	-	0.5	0.5	-	-	4	0.5	-
UPB (3)	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CNARES	50	50	50	50	-	-	50	40	
HARLR (1)	0	0	1	1	-	-	0.3	1	
HARLR (2)	-	-	0	0	-	-	0.3	0	-
HARLR (3)	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
HARHP (1)	0.58	0.54	0	0	-	-	0.47	0	
HARHP (2)	-	-	0.56	0.49	-	-	0.47	0.44	-
HARHP (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
HARAR (1)	0.22	0.26	0	0	-	-	0	0	
HARAR (2)	-	-	0.24	0.31	-	-	0	0.36	-
HARAR (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
UPST (1)	126	126	267	265	-	-	92	252	
UPST (2)	-	-	108	112	-	-	172	98	-
UPST (3)	-	-	-	0	-	-	233	0	-
UPET (1)	240	240	364	364	-	-	171	364	
UPET (2)	-	-	247	230	-	-	232	229	-
UPET (3)	-	-	-	-	-	-	364	-	-

Tabell 2:16. Använda parametervärden på kväveupptag och tillväxt.

Ss	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	vårraps
UPC (1)	0.08	0.07	0.09	0.12	-	-	0.05	-	0.1
UPC (2)	-	-	0.04	0.06	-	-	0.05	-	-
UPC (3)	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-
UPB (1)	0.4	0.4	0.4	0.4	-	-	0.3	-	0.05
UPB (2)	-	-	0.5	0.5	-	-	4	-	-
UPB (3)	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CNARES	50.	50	50	50	-	-	50	-	40
HARLR (1)	0	0	1	1	-	-	0.3	-	0
HARLR (2)	-	-	0	0	-	-	0.3	-	-
HARLR (3)	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
HARHP (1)	0.57	0.55	0	0	-	-	0.47	-	0.44
HARHP (2)	-	-	0.56	0.5	-	-	0.47	-	-
HARHP (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
HARAR (1)	0.23	0.25	0	0	-	-	0	-	0.36
HARAR (2)	-	-	0.24	0.3	-	-	0	-	-
HARAR (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
UPST (1)	131	137	267	259	-	-	103	-	137
UPST (2)	-	-	112	112	-	-	172	-	-
UPST (3)	-	-	0	0	-	-	233	-	-
UPET (1)	241	251	364	364	-	-	171	-	251
UPET (2)	-	-	244	228	-	-	232	-	-
UPET (3)	-	-	-	-	-	-	364	-	-
Ssk	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	vårraps
UPC (1)	0.08	-	0.09	-	-	-	0.05	-	-
UPC (2)	-	-	0.04	-	-	-	0.05	-	-
UPC (3)	-	-	-	-	-	-	0.05	-	-
UPB (1)	0.4	-	0.4	-	-	-	0.3	-	-
UPB (2)	-	-	0.5	-	-	-	4	-	-
UPB (3)	-	-	-	-	-	-	4	-	-
CNARES	50	-	50	-	-	-	50	-	-
HARLR (1)	0	-	1	-	-	-	0.3	-	-
HARLR (2)	-	-	0	-	-	-	0.3	-	-
HARLR (3)	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-
HARHP (1)	0.59	-	0	-	-	-	0.47	-	-
HARHP (2)	-	-	0.56	-	-	-	0.47	-	-
HARHP (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
HARAR (1)	0.21	-	0	-	-	-	0	-	-
HARAR (2)	-	-	0.24	-	-	-	0	-	-
HARAR (3)	-	-	-	-	-	-	0	-	-
UPST (1)	133	-	272	-	-	-	103	-	-
UPST (2)	-	-	115	-	-	-	172	-	-
UPST (3)	-	-	0	-	-	-	233	-	-
UPET (1)	243	-	364	-	-	-	171	-	-
UPET (2)	-	-	250	-	-	-	232	-	-
UPET (3)	-	-	0	-	-	-	364	-	-

Tabell 2:17. Jordbearbetningstidpunkt

	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	vårraps
Gss	244	261	253	237	319	249	-	222	259
Gmb	245	-	242	233	-319	-250	-	224	-
Gns	246	246	256	245	-	-	-	-224	-246
Gsk	251	-	256	-	-	-	-	-	-
Ss	246	265	253	233	-	-	-	-	265
Ssk	246	-	260	-	-	-	-	-	-

Tabell 2:18. Rotutveckling

Gss	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
ROOTDEP (1)	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3	0	0	-0.9	-0.4	-0.1
ROOTDEP (2)	-0.8	-0.8	-1	-1	-0.1	-0.1	-0.9	-1.1	-0.8
ROOTDEP (3)	-0.8	-0.8	-1	-1	-1	-0.8	-1	-1.1	-0.8
ROOTDEP (4)	-0.8	-0.8	0	0	-1	-0.8	-1	0	0
ROOTDEP (5)	0	0	-0.3	-0.3	0	0	-0.9	-0.4	0
ROOTT (1)	115	116	100	100	110	117	1	89	115
ROOTT (2)	180	180	190	190	124	131	90	180	180
ROOTT (3)	220	230	247	235	275	230	180	220	250
ROOTT (4)	235	255	248	236	310	253	228	221	251
ROOTT (5)	236	256	288	288	311	254	305	288	0
ROOTT (6)	0	0	0	0	311	0	364	0	0
Gmb	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
ROOTDEP (1)	0.1	-	-0.3	-0.3	0	0	-0.9	-0.4	-
ROOTDEP (2)	-0.8	-	-1	-1	-0.1	-0.1	-0.9	-1.1	-
ROOTDEP (3)	-0.8	-	-1	-1	-1	-0.8	-1	-1.1	-
ROOTDEP (4)	0.8	-	0	0	1	-0.8	-1	-0	-
ROOTDEP (5)	0	-	-0.3	-0.3	0	0	-0.9	-0.4	-
ROOTT (1)	120	-	103	103	110	126	1	92	-
ROOTT (2)	180	-	180	190	124	140	90	180	-
ROOTT (3)	220	-	239	231	275	230	180	221	-
ROOTT (4)	235	-	240	232	310	253	228	222	-
ROOTT (5)	236	-	288	288	311	254	305	288	-
ROOTT (6)	0	-	0	0	0	0	364	0	-
Gsk	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
ROOTDEP (1)	-0.1	-	-0.3	-	-	-	-0.9	-	-
ROOTDEP (2)	-0.8	-	-	-	-	-	-0.9	-	-
ROOTDEP (3)	-0.8	-	-1	-	-	-	-1	-	-
ROOTDEP (4)	0.8	-	0	-	-	-	-1	-	-
ROOTDEP (5)	0	-	-0.3	-	-	-	-0.9	-	-
ROOTT (1)	125	-	100	-	-	-	1	-	-
ROOTT (2)	-180	-	190	-	-	-	90	-	-
ROOTT (3)	-220	-	249	-	-	-	180	-	-
ROOTT (4)	239	-	250	-	-	-	228	-	-
ROOTT (5)	-240	-	288	-	-	-	305	-	-
ROOTT (6)	0	-	0	-	-	-	364	-	-

Tabell 2:18. Rotutveckling

Gns	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
ROOTDEP (1)	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-	-	-0.9	-0.4	-0.1
ROOTDEP (2)	-0.8	-0.8	-1	-1	-	-	-0.9	-1.1	-0.8
ROOTDEP (3)	-0.8	-0.8	-1	-1	-	-	-1	-1.1	-0.8
ROOTDEP (4)	0	0	0	0	-	-	-1	0	0
ROOTDEP (5)	0	0	-0.3	-0.3	-	-	-0.9	-0.4	0
ROOTT (1)	141	141	112	112			1	98	141
ROOTT (2)	180	180	180	180			103	180	180
ROOTT (3)	243	243	249	233			180	231	243
ROOTT (4)	244	244	250	234			232	232	244
ROOTT (5)	0	0	288	288			305	288	0
ROOTT (6)	0	0	0	0			-	0	0
Ss	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
ROOTDEP (1)	-0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-	-	-0.9	-	-0.1
ROOTDEP (2)	-0.8	-0.8	-1	-1	-	-	-0.9	-	-0.8
ROOTDEP (3)	-0.8	-0.8	-1	-1	-	-	-1	-	-0.8
ROOTDEP (4)	0	0	0	0	-	-	-1	-	0
ROOTDEP (5)	0	0	-0.3	-0.3	-	-	-0.9	-	0
ROOTT (1)	141	125	112	112		-	1	-	135
ROOTT (2)	-180	-180	180	180	-	-	103	-	180
ROOTT (3)	-243	-253	246	-230	-	-	180	-	253
ROOTT (4)	244	254	247	231	-	-	232	-	254
ROOTT (5)	0	0	288	288	-	-	305	-	0
ROOTT (6)	0	0	0	0	-	-	364	-	0
Ssk	korn, havre	vårvete	höstvet	råg	betor	potatis	vall	höstraps	våraps
ROOTDEP (1)	-0.1	-	-0.3	-	-	-	-0.9	-	-
ROOTDEP (2)	-0.8	-	-1	-	-	-	-0.9	-	-
ROOTDEP (3)	-0.8	-	-1	-	-	-	-1	-	-
ROOTDEP (4)	0	-	0	-	-	-	-1	-	-
ROOTDEP (5)	0	-	-0.3	-	-	-	-0.9	-	-
ROOTT (1)	141	-	115	-	-	-	1	-	-
ROOTT (2)	180	-	180	-	-	-	103	-	-
ROOTT (3)	245	-	252	-	-	-	180	-	-
ROOTT (4)	246	-	253	-	-	-	232	-	-
ROOTT (5)	0	-	288	-	-	-	305	-	-
ROOTT (6)	0	-	0	-	-	-	364	-	-

Parameterisering av SOIL modellen

Tabell 2:19 Switchar

ADDSIM	OFF	ATIRRIG	OFF	AVERAGED	ON
AVERAGEG	ON	AVERAGET	ON	AVERAGEX	ON
CHAPAR	OFF	EVAPOTR	3	DDAILY	ON
DRIVPG	1	EVAPOTR	3	FRINTERA	ON
FRILIMNF	1	FRLIMUF	ON	FRLOADP	ON
FRPREFL	OFF	FRSWELL	OFF	GWFLOW	OFF
HEATEQ	ON	HEATPUMP	0	HEATWF	ON
INHEAT	OFF	INSTATE	OFF	INTERCEPT	ON
INWATER	1	LISALLV	ON	OUTFORN	OFF
OUTSTATE	OFF	PLANTDEV	OFF	ROOTDIST	3
ROUGHNESS	0	RSCALC	0	SALT	OFF
SNOW	ON	SUREBAL	0	UNITG	ON
VALIDPG	OFF	VISALLOUT	OFF	WATEREQ	ON
WUPTAKE	2				

Tabell 2:20. Initial tillstånd

IPOT	60	ITEMPS	2
------	----	--------	---

Tabell 2:21. Mark profilen

NUMLAY	5	THICK (1)	0.25	THICK (2)	0.25
THICK (3)	0.25	THICK (2)	0.25	THICK (5)	1
UNUM	18	UPROF	48	UTHICK (1)	0
VC	1				

Tabell 2:22. Numeriska parametrar

XADIV	2	XINFLI	10	XLOOP	1
XNLEV	3				

Tabell 2:23. Driv variabler

CNUMD	1	HEIGHT	1.6	PRECA0	1.2
PRECA1	0.2	SIFRAC	0	SOILCOVER	0
YCH	365	YPHAS	30	YTAM	8
YTAMP	10				

Tabell 2:24. Evapotranspiration

ALBEDO	20	CFORM (1)	1	CFORM (2)	1
CFORM (3)	1	CFORM (4)	1	DAYNUM (1)	TABELL 3:21
DAYNUM (2)	TABELL 3:21	DAYNUM (3)	TABELL 3:21	DAYNUM (4)	TABELL 3:21
DAYNUM (5)	TABELL 3:21	DISPLV (1)	TABELL 3:21	DISPLV (2)	TABELL 3:21
DISPLV (3)	TABELL 2:31	DISPLV (4)	TABELL 2:31	DISPLV (5)	TABELL 2:31
INTLAI	0.2	INTRS	5	LAIV (1)	TABELL 2:31
LAIV (2)	TABELL 2:31	LAIV (3)	TABELL 2:31	LAIV (4)	TABELL 2:31
LAIV (5)	TABELL 2:31	LATID	56	PSIRS	100
ROUGHV (1)	TABELL 2:31	ROUGHV (2)	TABELL 2:31	ROUGHV (3)	TABELL 2:31
ROUGHV (4)	TABELL 2:31	ROUGHV (5)	TABELL 2:31	RSV (1)	TABELL 2:31
RSV (1)	TABELL 2:31	RSV (1)	TABELL 2:31	RSV (1)	TABELL 2:31
RSV (1)	TABELL 2:31				

Tabell 2:25. Vatten upptag

RFRACLOW	0.05	ROOTDEP (1)	TABELL 2:32	ROOTDEP (2)	TABELL 2:32
ROOTDEP (3)	TABELL 2:32	ROOTT (1)	TABELL 2:32	ROOTT (2)	TABELL 2:32
ROOTT (3)	TABELL 2:32	ROOTT (4)	TABELL 2:32	UPMOV	0.2
WUPATE	0.8	WUPBTE	0.4	WUPCRI	4000
WUPF	0.2	WUPBF	0		

Tabell 2:26. Grundvatten

SURDEL	0.8				
--------	-----	--	--	--	--

Tabell 2:27. Energibalans

RALAI	50	RNTLAI	0.5		
-------	----	--------	-----	--	--

Tabell 2:28. Termiska egenskaper

GEOTER	10	HUMUS	0		
--------	----	-------	---	--	--

Tabell 2:29. Frost

FCOND	0	FDF	20	FWFRAC	0.5
-------	---	-----	----	--------	-----

Tabell 2:30. Snö

PRLIM	2	PSLIM	-2	SAGEMI	2
SAGEM2	0.1	SAGEZP	5	SAGEZQ	0.9
SDIOL	200	SD2OM	0.5	SDENS	100
SLWLO	3	SMAFR	0.1	SMRIS	1.5e-007
SMTM	2	SRET	0.07	STCON	2.86e-006

Tabell 2:31. Använda parametervärden på avdunstningsegenskaper för de olika grödorna.

<i>Lund</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor	<i>Ljunghed</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor
DAYNUM (1)	105	100	100	124	DAYNUM (1)	105	100	100	124
DAYNUM (2)	120	205	164	170	DAYNUM (2)	120	205	164	170
DAYNUM (3)	180	237	165	230	DAYNUM (3)	180	237	165	230
DAYNUM (4)	227	238	225	304	DAYNUM (4)	227	238	225	304
DAYNUM (5)	228	274	226	305	DAYNUM (5)	228	274	226	305
LAIV (1)	0	1	1	0	LAIV (1)	0	1	1	0
LAIV (2)	1	5	5	1	LAIV (2)	1	5	5	1
LAIV (3)	5	3	1	3	LAIV (3)	5	3	1	3
LAIV (4)	2	0	4	4	LAIV (4)	2	0	4	4
LAIV (5)	0	1	1	0	LAIV (5)	0	1	1	0
RSV (1)	150	120	150	150	RSV (1)	150	120	150	150
RSV (2)	140	40	40	50	RSV (2)	140	40	40	50
RSV (3)	40	100	150	40	RSV (3)	40	100	150	40
RSV (4)	100	150	50	50	RSV (4)	100	150	50	50
RSV (5)	150	120	50	150	RSV (5)	150	120	50	150
DISPLV (1)	0	0.06	0.1	0	DISPLV (1)	0	0.06	0.1	0
DISPLV (2)	0.1	0.5	0.5	0.1	DISPLV (2)	0.1	0.5	0.5	0.1
DISPLV (3)	0.6	0.5	0.07	0.25	DISPLV (3)	0.6	0.5	0.07	0.25
DISPLV (4)	0.6	0	0.35	0.3	DISPLV (4)	0.6	0	0.35	0.3
DISPLV (5)	0	0.06	0.1	0	DISPLV (5)	0	0.06	0.1	0
ROUGH (1)	0.01	0.01	0.014	0.01	ROUGH (1)	0.01	0.01	0.014	0.01
ROUGH (2)	0.04	0.07	0.07	0.014	ROUGH (2)	0.04	0.07	0.07	0.014
ROUGH (3)	0.08	0.07	0.01	0.035	ROUGH (3)	0.08	0.07	0.01	0.035
ROUGH (4)	0.08	0.01	0.05	0.043	ROUGH (4)	0.08	0.01	0.05	0.043
ROUGH (5)	0.01	0.01	0.014	0.01	ROUGH (5)	0.01	0.01	0.014	0.01

Tabell 2:31. Använda parametervärden på avdunstningsegenskaper för de olika grödorna.

<i>Målilla</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor	<i>Uppsala</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor
DAYNUM (1)	108	105	103	124	DAYNUM (1)	122	110	117	-
DAYNUM (2)	120	205	167	170	DAYNUM (2)	132	205	171	-
DAYNUM (3)	180	233	168	230	DAYNUM (3)	180	239	172	-
DAYNUM (4)	232	234	228	304	DAYNUM (4)	241	240	232	-
DAYNUM (5)	233	270	229	305	DAYNUM (5)	242	274	233	-
LAIV (1)	0	1	1	0	LAIV (1)	0	1	1	-
LAIV (2)	1	5	5	1	LAIV (2)	1	5	5	-
LAIV (3)	5	3	1	3	LAIV (3)	5	3	1	-
LAIV (4)	2	0	4	4	LAIV (4)	2	0	4	-
LAIV (5)	0	1	1	0	LAIV (5)	0	1	1	-
RSV (1)	150	120	150	150	RSV (1)	150	120	150	-
RSV (2)	140	40	40	50	RSV (2)	140	40	40	-
RSV (3)	40	100	150	40	RSV (3)	40	100	150	-
RSV (4)	100	150	50	50	RSV (4)	100	150	50	-
RSV (5)	150	120	50	150	RSV (5)	150	120	50	-
DISPLV (1)	0	0.06	0.1	0	DISPLV (1)	0	0.06	0.1	-
DISPLV (2)	0.1	0.5	0.5	0.1	DISPLV (2)	0.1	0.5	0.5	-
DISPLV (3)	0.6	0.5	0.07	0.25	DISPLV (3)	0.6	0.5	0.07	-
DISPLV (4)	0.6	0	0.35	0.3	DISPLV (4)	0.6	0	0.35	-
DISPLV (5)	0	0.06	0.1	0	DISPLV (5)	0	0.06	0.1	-
ROUGH (1)	0.01	0.01	0.014	0.01	ROUGH (1)	0.01	0.01	0.014	-
ROUGH (2)	0.04	0.07	0.07	0.014	ROUGH (2)	0.04	0.07	0.07	-
ROUGH (3)	0.08	0.07	0.01	0.035	ROUGH (3)	0.08	0.07	0.01	-
ROUGH (4)	0.08	0.01	0.05	0.043	ROUGH (4)	0.08	0.01	0.05	-
ROUGH (5)	0.01	0.01	0.014	0.01	ROUGH (5)	0.01	0.01	0.014	-

Tabell 2:31. Använda parametervärden på avdunstningsegenskaper för de olika grödorna.

<i>Arvika</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor
DAYNUM (1)	129	124	124	-
DAYNUM (2)	139	210	176	-
DAYNUM (3)	190	244	177	-
DAYNUM (4)	248	245	237	-
DAYNUM (5)	249	274	238	-
LAIV (1)	0	1	1	-
LAIV (2)	1	5	5	-
LAIV (3)	5	3	1	-
LAIV (4)	2	0	4	-
LAIV (5)	0	1	1	-
RSV (1)	150	120	150	-
RSV (2)	140	40	40	-
RSV (3)	40	100	150	-
RSV (4)	100	150	50	-
RSV (5)	150	120	50	-
DISPLV (1)	0	0.06	0.1	-
DISPLV (2)	0.1	0.5	0.5	-
DISPLV (3)	0.6	0.5	0.07	-
DISPLV (4)	0.6	0	0.35	-
DISPLV (5)	0	0.06	0.1	-
ROUGH (1)	0.01	0.01	0.014	-
ROUGH (2)	0.04	0.07	0.07	-
ROUGH (3)	0.08	0.07	0.01	-
ROUGH (4)	0.08	0.01	0.05	-
ROUGH (5)	0.01	0.01	0.014	-

Tabell 2:32. Rotutveckling i SOIL modellen. Samma maximala rottdjup som i SOILN modellen

<i>Lund</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor	<i>Ljungbyhed</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor
ROOTT (1)	115	100	100	130		115	100	100	130
ROOTT (2)	180	180	170	200		180	180	170	200
ROOTT (3)	227	238	250	305		227	238	250	305
ROOTT (4)	228	239	251	0		228	239	251	0
ROOTDEP (1)	-0.1	-0.3	-0.8	-0.1		-0.1	-0.3	-0.8	-0.1
ROOTDEP (2)	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6		-0.6	-0.8	-0.8	-0.6
ROOTDEP (3)	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8		-0.6	-0.8	-0.8	-0.8
<i>Målilla</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor	<i>Uppsala</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor
ROOTT (1)	115	105	103	130		132	110	117	-
ROOTT (2)	180	180	170	200		180	180	170	-
ROOTT (3)	227	233	250	305		241	239	250	-
ROOTT (4)	228	234	251	0		242	240	251	-
ROOTDEP (1)	-0.1	-0.3	-0.8	-0.1		-0.1	-0.3	-0.8	-
ROOTDEP (2)	-0.6	-0.8	-0.8	-0.6		-0.6	-0.8	-0.8	-
ROOTDEP (3)	-0.6	-0.8	-0.8	-0.8		-0.6	-0.8	-0.8	-
<i>Arvika</i>	vårstråsäd	höststråsäd	vall	betor					
ROOTT (1)	139	124	120	-					
ROOTT (2)	190	190	190	-					
ROOTT (3)	248	244	250	-					
ROOTT (4)	249	245	251	-					
ROOTDEP (1)	-0.1	-0.3	-0.8	-					
ROOTDEP (2)	-0.6	-0.8	-0.8	-					
ROOTDEP (3)	-0.6	-0.8	-0.8	-					

Tabell 2:33. WUPCRI.

sand	lättlera	styv lera
800	2000	4000

Appendix 3. SOIL-SOILN modellen

1. Tillämpningar

Reference	Site	Location in Sweden	Mean annual temp. (°C)	Mean annual precip. (mm)	Soil texture (top soil)	Crops in rotation	Simul. period	Notes
Johnsson et al. 1987	Kjettslinge	E	5.4	520	Loam	barley	3	
Bergström & Johnsson 1988	Kjettslinge	E	5.4	520	Loam	grass ley	4	
Johnsson et al. 1991	Kjettslinge	E	5.4	520	Loam	barley, grass ley	2	
Jansson et al., 1987	Lönnstorp	S	8.0	633	Sandy loam	cereals, beets, horsebeans	5	
	Tönnersa	SW	7.2	800	Sand	cereals, potatoes, rapeseed	5	Test of denitrif. submodel
	Ugerup	S	7.7	590	Loamy sand	cereals, potatoes, beets	5	
	Sävstaås	N	4.7	596	Clay loam	cereals	5	
Gustafson 1988	Näsbygård	S	8.0	590	Loam till	cereals, beets, rapeseed	10	
Borg et al. 1990	Lanna	W	6.3	550	Clay	cereals, rapeseed	6	manure applied
Bergström & Jarvis 1991	Lanna	W	6.3	550	Clay	cereals, rapeseed	7	
Torstensson 1990	Mellby	SW	7.2	800	Sand	cereals, potatoes, rapeseed	5	Manure applied
Jansson & Andersson 1988	Råån	S	8.0	590	Clay	mainly cereals	20	Small watershed
Jansson et al. 1989			4 climates		Sand, clay	cereals, rapeseed	18	No specific site
Bergström et al. 1991	Eest	Holland			Silty loam	winter wheat	2	
Eckersten & Jansson 1991	Eest	Holland			Silty loam	winter wheat	2	Test of growth submodel
	PAGV	Holland			Silty loam	winter wheat	2	
	Bouwing	Holland			Silty loam	winter wheat	2	
Johnsson 1991	Syv baek	Denmark	8.0	554	Sandy loam	cereals, rapeseeds		Simul. of measures to reduce N leaching
	Rabis baek	Denmark	7.7	720	Sand	cereals		
Alvenäs & Marstorp, 1993	mellby	Sw	7.2	800	Sand	cereals & catch crops	4	

Referenser

- Alvenäs, G. & Marstorp, H. 1993. Effect of ryegrass catch crop on soil inorganic-n content and simulated nitrate leaching. *Swed. J. Agric. Res.* 23:xxx-xxx.
- Bergström, L. & Johnsson, H. 1988. Simulated nitrogen dynamics and nitrate leaching in a perennial grass ley. *Plant Soil* 105:273-281.
- Bergström, L. & Jarvis, N. 1991. Prediction of nitrate leaching losses from arable land under different fertilization intensities using the SOIL-SOILN models. *Soil Use and Management* 7:79-85.
- Bergström, L., Johnsson, H. and Torstensson, G. 1991. Simulation of soil nitrogen dynamics and losses using the SOILN model. *Fert. Res.* 27:181-188.
- Borg, G.C., Jansson, P.-E. and Lindén, B. 1990. Simulated and measured nitrogen conditions in a manured and fertilised soil. *Plant Soil* 121, 251-267.
- Eckersten, H. & Jansson, P.-E. 1991. Modelling water flow, nitrogen uptake and production for wheat. *Fert. Res.* 27:313-329.
- Gustafson, A. 1988. Simulation of nitrate leaching from arable land in southern Sweden. *Acta Agric. Scand.* 38, 13-23.
- Jansson, P.-E. & Andersson, R. 1988. Simulation of runoff and nitrate leaching from an agricultural district in Sweden. *J. Hydrol.* 99, 33-47.

- Jansson, P.-E. & Halldin, S., 1979. Model for annual water and energy flow in a layered soil. In *Comparison of Forest Water and Energy Exchange Models* (ed. S. Halldin), 145-163. International Society for Ecological Modelling, Copenhagen.
- Jansson, P.-E., Borg, G.C., Lundin, L.-C. & Lindén, B. 1987. *Simulation of Soil Nitrogen Storage and Leaching. Applications to Different Swedish Agricultural Systems*. The Swedish National Environmental Protection Board, Solna. Report 3356. 63 pp.
- Jansson, P.-E. Singh Antil, R. & Borg, G.Ch. 1989. Simulation of nitrate leaching from arable soils treated with manure. In *Nitrogen in Organic Wastes Applied to Soils* (ed. J.A. Hansen & K. Henriksen), 150-166. International Solid Waste Professional Library, London: Academic Press.
- Johnsson, H., Bergström, L., Jansson, P.-E. and Paustian, K., 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. *Agric. Ecosystems Environ.*, 18:333-356.
- Johnsson, H., Klemmedtsson, L., Nilsson, Å. & Svensson, B. H. 1991. Simulation of field scale denitrification losses from soils under grass ley and barley. *Plant and Soil* 138:281-302.
- Johnsson, H. 1991. Simulation of nitrogen losses using the SOILN model. NPO-forskning fra Miljöstyrelsen, A20. Ministry of Environment, National Agency of Environmental Protection, Copenhagen.
- Torstensson, G. 1990. Avrinning, kvävedynamik och nitrattutlakning i fyra olika gödslingssystem. Avdelningen för vattenvårdslära, seminarier och examensarbeten nr 5, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala. 33 pp.

2. Dokumentation av modellerna (SOIL och SOILN)

SOIL, referens	Jansson, P.-E. & Halldin, S., 1979. Model for annual water and energy flow in a layered soil. In <i>Comparison of Forest Water and Energy Exchange Models</i> (ed. S. Halldin), 145-163. International Society for Ecological Modelling, Copenhagen.
SOIL, teknisk beskrivning	Jansson, P.-E. 1991. Simulation model for soil water and heat conditions. Description of the SOIL model. Dept. of soil sci., Div. of agric. hydrotechnics, Rep. 165. Swedish univ. of agric. sci, Uppsala.
SOIL, manual	Jansson, P.-E. 1991. SOIL model. Users' manual. Dept. of soil sci., Div. of agric. hydrotechnics, Communications 91:7. 165. Swedish univ. of agric. sci, Uppsala.
SOILN, referens och teknisk beskrivning	Johnsson, H., Bergström, L., Jansson, P.-E. and Paustian, K., 1987. Simulated nitrogen dynamics and losses in a layered agricultural soil. <i>Agric. Ecosystems Environ.</i> , 18:333-356.
Tillväxtmodellen (CROP) i SOILN, referens	Eckersten, H. & Jansson, P.-E. 1991. Modelling water flow, nitrogen uptake and production for wheat. <i>Fert. Res.</i> 27:313-329.
SOILN manual	Jansson, P.-E., Eckersten, H. & Johnsson, H. 1991. SOILN model. User's manual. Div. of agric. hydrotechnics, Communications 91:6. 165. Swedish univ. of agric. sci, Uppsala.

3. Kurser

- Simulating water, heat, carbon and nitrogen dynamics in agriculture and forest ecosystems. 5p kurs. 1-2 veckors intensivdel + projektarbete. Forskarutbildningskurs. Genomförd 5 gånger under en period av 6 år. Nästa kurs i september 1993 (NORFA kurs).
- Dränering och bevattning. 5p varav 1p modellering med vattenmodellen (SOIL). Grundutbildningskurs. 4:e året.

4. Övrig litteratur, SOILN

- Alvenäs, G. & Jansson, P.-E. 1987. Analyser av mellangrödors inverkan på kväveutlakningen. Sveriges lantbruksuniversitet. Fakta, mark-växter, nr 5, Uppsala.
- Bergström, L. 1987. Transport and transformations of nitrogen in an arable soil. Thesis. Ekohydrologi 23, Swedish University of Agric. Sci., Uppsala.
- Bergström, L, Jansson, P.-E., Johnsson, H. & paustian, K. 1987. A model for simulation of nitrogen dynamics in soil and nitrate leaching. Swed. Univ. of Agric. Sci. Fakta, Mark-växter, no 4, Uppsala (Swedish version 1987, revised English version 1988).

- De Willigen, P., Bergström, L., Gerritse, R 1990. Leaching models of the unsaturated zone, their potential use for management and planning. In *Proceedings of the International Symposium on Water Quality Modeling of Agric. Non-point Sources* (ed. D.G. Decoursey), 105-128. USDA Publication.
- Johnsson, H. 1990. *Nitrogen and water dynamics in arable soil - A modelling approach emphasizing nitrogen losses*. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Soil Sciences, Reports and dissertations no 6. Uppsala.
- Johnsson, H. 1992. Modelling of N-leaching from agricultural fields under different soil, climatic and production conditions. In: Leaching and runoff of nitrogen from agricultural areas in the nordic countries, appendix 2: Workshop on N-losses from agricultural areas. Nordiske seminar- og arbejdsrapporter 1992:595. Nordic council of ministers, copenhagen 1992.
- Paustian, K., Bergström, L., Jansson, P.-E. & Johnsson, H. 1989. 7. Ecosystem dynamics. In *Ecology of Arable Land - Organisms, Carbon and Nitrogen Cycling* (ed. O Andrén, T Lindberg, K Paustian & T Rosswall). Ecol. Bull. (Copenhagen) 40, 153-180.

Denna serie efterträder den åren 1970-1977 utgivna serien Vattenvård. Här publiceras forsknings- och försöksresultat från avdelningen för vattenvårdslära vid institutionen för markvetenskap Sveriges lantbruksuniversitet. Serien vattenvård redovisas i Ekohydrologi nr 1-6. Tidigare nummer i serien Ekohydrologi redovisas nedan. Alla kan i mån av tillgång anskaffas från avdelningen för vattenvård (adress på omslagets baksida).

This series is successor to Vattenvård Published in 1970-1977. Here you will find research reports from the Division of Water Quality Management at the University of Agricultural Sciences. The Vattenvård series is listed in Ekohydrologi 1-6. You will find earlier issues of Ekohydrologi listed below. Issues still in stock can be acquired from the Division of Water Quality Management (address, see the back page)

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
1	1978	Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av växtnäring från åker. <i>Losses of nutrients from arable land.</i>
2	1978	Nils Brink och Arne Joelsson. Stallgödsel på villovägar. <i>Manure gone astray.</i> Lars Lingsten och Nils Brink. Åker gödslingens inverkan på miljön i en bäck. <i>The effect of agricultural manuring on the environment in a brook.</i> Nils Brink. Kväveutlakning från odlingsmark. <i>Nitrogen leaching from arable land.</i>
3	1979	Sven-Åke Heinemo och Nils Brink. Utlakning ur kompost av sopor och slam. <i>Leachate from compost of refuse and sludge.</i> Nils Brink. Self-Purification studies of silage juice. Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster på Kristianstadsslätten. <i>Loss of nutrients on the Kristianstad plain.</i> Per-Gunnar Sundqvist och Nils Brink. En gödselstad förorenar dricksvatten. <i>Pollution of the groundwater by a dung yard.</i>
4	1979	Nils Brink. Vattnet är det yppersta. Arne Gustafson och Börje Lindén. Kvävebehovet för 1979. Nils Brink, Arne Gustafson och Gösta Persson. Förluster av kväve, fosfor och kalium från åker. <i>Losses of nitrogen, phosphorus and potassium from arable land.</i>
5	1979	Gunnar Fryk och Sven-Åke Heinemo. Självrening av lakvatten från kompost på sand och mo. <i>Self-purification of leachate from compost on sand and fine sand.</i> Nils Brink. Växtnäringsförluster från skogsmark. <i>Losses of nutrients from forests.</i> Nils Brink. Utlakning av kväve från agroekosystem. <i>Leaching of nitrogen from agro-ecosystems.</i> Nils Brink. Ytvatten, grundvatten och vattenförsörjning.
6	1980	Arne Gustafson och Mats Hansson. Växtnäringsförluster i Skåne och Halland. <i>Losses of Nutrients in Skåne and Halland.</i> Nils Brink, Sven L. Jansson och Staffan Steineck. Utlakning efter spridning av potatisfruktsaft. <i>Leaching after spreading of potato juice.</i> Nils Brink och Arne Gustafson. Att spå om gödselkväve. <i>Forecasting the need of fertilizer nitrogen.</i> Arne Gustafson och Börje Lindén. Lantbruksuniversitetet satsar på exaktare kvävegödsling.
7	1980	Nils Brink och Börje Lindén. Vart tar handelsgödselkvävet vägen. <i>Where does the commercial fertilizer go.</i> Barbro Ulén och Nils Brink. Omgivningens betydelse för primärproduktionen i Vadsbrosjön. <i>The importance of the environment for the primary production in lake Vadsbrosjön.</i> Arne Gustafson. Jordbruket och grundvattnet. Nils Brink. Utlakning av växtnäring från åkermark. Nils Brink. Vart tar gödseln vägen.
8	1981	Nils Brink. Försurning av grundvatten på åker. <i>Acidification of groundwater on arable land.</i> Rikard Jerulås och Per Klingspor. TCA-utlakning från åker. <i>Leaching of TCA from arable land.</i> Arne Joelsson. Ytavspolning av fosfor från åkermark. <i>Storm washing of phosphorus from arable land.</i> Arne Gustafson, Sven-Olof Ryding och Barbro Ulén. Kontroll av växtnäringsläckage från åker och skog. <i>Control of losses of nutrients from arable land and forest.</i>
9	1981	Barbro Ulén och Nils Brink. Miljöeffekter av ureaspridning och glykolanvändning på en flygplats. <i>Environmental effects of spreading of urea and use of glycol at an airport.</i> Gunnar Fryk. Utlakning från upplag av malda sopor. <i>Leachate from piles of shredded refuse.</i>
10		Arne Gustafson och Arne S. Gustavsson. Växtnäringsförluster i Västergötland och Östergötland. <i>Losses of nutrients in Västergötland and Östergötland.</i> Barbro Ulén. Växtnäringsförluster från åker och skog i Södermanland. <i>Losses of nutrients from arable land and forests in Södermanland.</i> Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Nitrat, nitrit och pH i dricksvatten i Västergötland, Östergötland och Södermanland. <i>Nitrate, nitrite and pH in drinking water in Västergötland, Östergötland and Södermanland.</i> Lennart Mattsson och Nils Brink. Gödslingsprognoser för kväve. <i>Fertilizer forecasts.</i>
11	1982	Barbro Ulén. Vadsbrosjöns närsaltbelastning och trofinivå. <i>The nutrient load and trophic level of lake Vadsbrosjön.</i> Arne Andersson och Arne Gustafson. Metallhalter i dräneringsvatten från odlad mark. <i>Metal contents in drainage water from cultivated soils.</i>

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
11, forts.		Arne Gustafson. Växtnäringsförluster från åkermark i Sverige. Barbro Ulén. Erosion av fosfor från åker. <i>Erosion of phosphorus from arable land.</i> Rikard Jernlås. Kväveutlakningens förändring vid reducerad gödsling.
12	1982	Nils Brink och Rikard Jernlås. Utlakning vid spridning höst och vår av flytgödsel. <i>Leaching after spreading of liquid manure in autumn and spring.</i> Gunnar Fryk och Thord Ohlsson. Infiltration av lakvatten från malda sopor. <i>Leachate migration through soils.</i> Nils Brink. Measurement of mass transport from arable land in Sweden. Arne Gustafson. Leaching of nitrate from arable land in Sweden.
13	1983	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Yttransport av växtnäring från stallgödslad åker. <i>Surface transport of plant nutrients from field spread with manure.</i> Rikard Jernlås. TCA-utlakning på lerjord. <i>Leaching of TCA on a clay soil.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Öjebyn. <i>Losses of nutrients at Öjebyn.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster vid Röbbäcksdalen. <i>Losses of nutrients at Röbbäcksdalen.</i> Rikard Jernlås och Per Klingspor. Nitratutlakning och bevattning. <i>Drainage losses of nitrate and irrigation.</i>
14	1983	Arne Gustafson, Lars Bergström, Tomas Rydberg och Gunnar Torstensson. Kväve mineralisering vid plöjningsfri odling. <i>Nitrogen mineralization in connection with non-ploughing practices.</i> Rikard Jernlås. Rörlighet och nedbrytning av fenvalerat i lerjord. <i>Decomposition and mobility of fenvalerate in a clay soil.</i> Nils Brink. Jordprov på hösten eller våren för N-prognoser. <i>Soil sampling for nitrogen forecasts.</i> Nils Brink. Närsalter och organiska ämnen från åker och skog. <i>Nutrients and organic matters from farmland and forest.</i> Nils Brink. Gödselansvändningens miljöproblem.
15	1984	Nils Brink, Arne S. Gustavsson och Barbro Ulén. Växtnäringsförluster runt Ringsjön. <i>Nutrient losses in the Ringsjö area.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter korn. <i>Catch crop after barley.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster från åker i Nybroåns avrinningsområde. <i>Losses of nutrients from arable land in the Nybroån river basin.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Vagle. <i>Losses of nutrients at Vagle.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Offer. <i>Losses of nutrients at Offer.</i>
16		Arne Gustafson, Arne S. Gustavsson och Gunnar Torstensson. Intensitet och varaktighet hos avrinning från åkermark. <i>Intensity and duration of drainage discharge from arable land.</i>
17	1984	Jenny Kreuger och Nils Brink. Fånggröda och delad giva vid potatisodling. <i>Catch crop and divided N-fertilizing when growing potatoes.</i> Nils Brink och Arne Gustavsson. Förluster av växtnäring från sandjord. <i>Losses of nutrients from sandy soils.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Växtnäringsförluster i Boda. <i>Losses of nutrients at Boda.</i> Nils Brink. Vattenföroreningar från tippen i Erstorp - ett rättsfall.
18	1984	Barbro Ulén. Påverkan på yt- och dränerings- och grundvatten vid Ekenäs. <i>Influence on surface water, drainage water and groundwater at Ekenäs.</i> Barbro Ulén. Nitrogen and Phosphorus to surface water from crop residues.
19	1985	Arne Gustavsson och Nils Brink. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. <i>Losses of nitrogen and phosphorus in the Ringsjö area.</i> Nils Brink och Kjell Ivarsson. Förluster av växtnäring från lerjordar i Skåne. <i>Losses of nutrients from clay soils in Skåne.</i> Arne Gustavsson, Berit Tomassen och Börje Wiksten. Växtnäringsförluster från åker på Uppsalaslätten. <i>Nutrient losses from arable land in the region of Uppsala.</i> Christina Lindgren, Margaretha Wahlberg och Arne Gustavsson. Dricksvattenkvalitet i Uppsala regionen. <i>Drinking water quality in the region of Uppsala.</i> Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och Diklorprop. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop.</i> Barbro Ulén. Ytavrinningsförluster av cyanazin. <i>Losses with surface run-off of cyanazine.</i>
20	1985	Jenny Kreuger. Rörlighet hos MCPA och diklorpropp på sandjord. <i>Mobility of MCPA and dichlorprop in a sandy soil.</i> Kjell Ivarsson och Nils Brink. Utlakning från en grovmojord i Halland. <i>Losses of nutrients from a sandy soil in Halland.</i> Barbro Ulén. Åkermarkens erosion. <i>Erosion of phosphorus from arable Land.</i> Arne S. Gustavsson. Förluster av kväve och fosfor runt Ringsjön. Arne Gustafson. Växtnäringsläckage och motåtgärder Nils Brink. Bekämpningsmedel i åar och grundvatten.

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
21	1986	Birgit Loeper. Toxicitetstest för pesticider med protozoer. <i>Toxicity test for pesticides using protozoa.</i> Nils Brink, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Odlingsåtgärders inverkan på kvalitet hos yt- och grundvatten. Barbro Ulén. Lakning av fosfor ur jordar. <i>Leaching of phosphorus from soils.</i> Nils Brink och Gunnar Torstensson. Vådan av proteingödsling. Värdera miljön. <i>Risk of fertilizing for increased protein. Evaluate the environment.</i> Jenny Kreuger. Bekämpningsmedel. Utlakning från åkermark.
22	1987	Arne Gustafson. Water Discharge and Leaching of Nitrate.
23	1987	Lars Bergström. Transport and Transformations of Nitrogen in an Arable Soil
24	1987	Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggröda efter skörd. <i>Catch crop after harvest.</i> Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Läckage av växtnäring från åker i Nybroåns vattensystem. <i>Leaching of nutrients from arable land in the Nybroån river basin</i> Solweig Ellström och Nils Brink. Stallgödsblad och konstgödsblad åker läcker växtnäring. <i>Fields spread with manure and fertilizer leach plant nutrients.</i> Nils Brink. Kväveläckage vid försök med nitrifikationshämmare. Nils Brink. Kväve och fosfor från stallgödsblad åker. Nils Brink. Kväve och fosfor från konstgödsblad åker.
25	1987	Nils Brink och Klaas van der Meulen. Losses of Phosphorus and Nitrogen to Lake Ringsjön. Nils Brink. Regional vattenundersökning söder och öster om Ringsjön. <i>Water nutrient status to the south and east of Lake Ringsjön.</i> Petra Fagerholm. Vattenkvalitet och jordbruksdrift inom Ringsjöområdet. <i>Water Quality and agriculture in the area of Lake Ringsjön.</i> Nils Brink. Nitrifikationshämmare eller svält mot kväveläckage. <i>Nitrification inhibitors or starvation against nitrogen losses.</i> Nils Brink, Jenny Kreuger och Gunnar Torstensson. Näringsflöden från åkermark. <i>Nutrient fluxes from arable land.</i>
26	1988	Arne Andersson och Arne Gustafson. Deposition av spårelement med nederbörden. <i>Bulk deposition of trace elements in precipitation.</i> Arne Andersson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Utlakning av spårelement från odlad jord. <i>Removal of trace elements from arable land by leaching.</i> Barbro Ulén. Fosforerosion vid vallodling och skyddszon med gräs. <i>Phosphorus erosion under ley cropping and a grass protective zone.</i>
27	1990	Lisbet Lewan, Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av växtnäringsämnen. <i>Undersown Catch Crop - Effects on leaching of plant nutrients.</i> Lisbet Lewan och Holger Johnsson. Insådd fånggröda: Effekter på utlakning av kväve. <i>Undersown catch crops - effects on leaching of nitrogen.</i> Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät på åkermark. <i>Discharge and nutrient losses from arable land.</i>
28	1992	Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Börje Lindén, och Gustav Skyggesson. Mineralkvävedynamik och växt näringsutlakning på en grovmjord med handels- och stallgödsblade odlingssystem i södra Halland. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure.</i>
29	1992	Barbro Ulén. Närsaltsförluster från mindre avrinningsområden inom jordbrukets recipientkontroll i Sverige. <i>Nutrient losses from small catchment areas in the recipient control of agriculture in Sweden.</i> Markus Hoffman. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät agrohydrologiska året 90/91 samt långtidsöversikt för 1977/90. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1990/91 and review of the years 1977/90</i> Markus Hoffman. Odlingsåtgärder och vattenkvalitet - en studie på sju fält i Malmöhus län. <i>Cultivation practices and water quality - a study on seven fields in Malmöhus county.</i>
30	1993	Börje Lindén, Arne Gustafson, Gunnar Torstensson och Erik Ekre. Mineralkvävedynamik och växtnäringsutlakning på en grovmjord i södra Halland med handels- och stallgödsblade odlingssystem. <i>Mineral nitrogen dynamics and nutrient leaching in a sandy soil in southern Halland with cropping systems fertilized with commercial fertilizers and manure, and with or without ryegrass catchcrop.</i>
31	1993	Gunnar Torstensson, Arne Gustafson och Börje Lindén. Kväveutlakning på sandjord - motåtgärder med ny odlingsteknik. <i>Leaching of nitrogen from sandy soil - counter measures with new technique.</i>
32	1993	Markus Hoffman och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1991/92 samt långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1991/92 and a long term review.</i>
33	1993	Börje Lindén, Helena Aronsson, Arne Gustafson och Gunnar Torstensson. Fånggrödor, direktsådd och delad kvävegiva-studier av kväveverkan och utlakning i olika odlingssystem i ett lerjordsförsök i Västergötland. <i>Catch crops, direct drilling and split nitrogen fertilization - studies of nitrogen turnover and leaching in crop production systems on a clay soil in Västergötland.</i>
34	1993	Gunnar Torstensson, Arne Gustafson, Helena Aronsson och Artur Granstedt. Ekologisk odling - utlakningsrisker och kväveomsättning. <i>Ecological Agriculture - Leaching risks and Nitrogen Turnover. Ecological agriculture - leaching risks and nitrogen turnover.</i>
35	1993	Erik Kellner. Årstidsbunden kvävebelastning och denitrifikation i dammar - en enkel modellansats. <i>Seasonal nitrogen fluxes and denitrification in ponds - simple model approach</i>

Nr	År	Författare och titel. <i>Author and title.</i>
36	1995	Markus Hoffmann och Solweig Wall Ellström. Avrinning och växtnäringsförluster från JRK:s stationsnät för agrohydrologiska året 1992/93 samt en långtidsöversikt. <i>Discharge and nutrient losses from arable land in 1992/93 and a long term review.</i>
37	1995	Katarina Kyllmar och Holger Johnsson. Växtnäringsförluster till vatten från ett jordbruksområde på Gotland 1989/94.